



## AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : [ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr](mailto:ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr)

## LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

[http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg\\_droi.php](http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php)

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

ACADEMIE DE NANCY-METZ

UNIVERSITE DE NANCY I  
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2003

Double

N° 2803

THESE

pour le



DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR  
EN CHIRURGIE DENTAIRE

par

**Morgane BRAVETTI**

Née le 20 octobre 1977 à Thionville (Moselle)

2003

PREVENTION FLUORUREE TOPIQUE  
EN ORTHODONTIE

présentée et soutenue publiquement le mercredi 2 juillet 2003

Examinateurs de la Thèse :

Monsieur M. PANIGHI  
Madame M.P. FILLEUL  
Madame D. DESPREZ-DROZ  
Madame A. MARCHAL  
Monsieur P. BRAVETTI

Professeur des Universités  
Professeur des Universités  
Maître de Conférences  
Maître de Conférences  
Maître de Conférences

Président  
Juge  
Juge  
Juge  
Juge

BU PHARMA-ODONTOL



D 104 063195 2

ACADEMIE DE NANCY-METZ

UNIVERSITE DE NANCY I  
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2003

N°

## THESE

pour le

**DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR  
EN CHIRURGIE DENTAIRE**

par

**Morgane BRAVETTI**

Née le 20 octobre 1977 à Thionville (Moselle)

D6 2818

**PREVENTION FLUORUREE TOPIQUE  
EN ORTHODONTIE**

présentée et soutenue publiquement le mercredi 2 juillet 2003

Examinateurs de la Thèse :

Monsieur M. PANIGHI  
 Madame M.P. FILLEUL  
 Madame D. DESPREZ-DROZ  
Madame A. MARCHAL  
 Monsieur P. BRAVETTI

Professeur des Universités  
 Professeur des Universités  
 Maître de Conférences  
Maître de Conférences  
 Maître de Conférences

Président  
 Juge  
 Juge  
 Juge  
 Juge

Assesseur(s) : Docteur C. ARCHIEN - Docteur J.J. BONNIN  
Membres Honoraire : Pr. F. ABT - Dr. L. BABEL - Pr. S. DURIVAU - Pr. G. JACQUART - Pr. D. ROZENCWEIG -  
Pr. M. VIVIER  
Doyen Honoraire : J. VADOT

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| Sous-section 56-01<br>Pédodontie  | M.<br>Mme<br>Mlle<br>Mlle                                  | J. PREVOST<br>D. DESPREZ-DROZ<br>V. MINAUD<br>A. SARRAND  | Maître de Conférences<br>Maître de Conférences<br>Assistant<br>Assistant  |
| Sous-section 56-02<br>Orthopédie Dento-Faciale  | Mme<br>Mlle<br>Mme<br>Mme<br>Mlle                          | M.P. FILLEUL<br>A. MARCHAL<br>M. MAROT-NADEAU<br>D. MOUROT<br>A. WEINACHER-PETITFRERE   | Professeur des Universités*<br>Maître de Conférences<br>Assistant<br>Assistant<br>Assistant   |
| Sous-section 56-03<br>Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie légale   | M.<br>Mlle<br>M.   | M. WEISSENBACH<br>C. CLEMENT<br>O. ARTIS  | Maître de Conférences*<br>Assistant<br>Assistant  |
| Sous-section 57-01<br>Parodontologie  | M.<br>M.<br>M.<br>Mlle<br>M.                               | N. MILLER<br>P. AMBROSINI<br>J. PENAUD<br>A. GRANDEMENGE<br>M. REICHERT   | Maître de Conférences<br>Maître de Conférences<br>Maître de Conférences<br>Assistant<br>Assistant   |
| Sous-section 57-02<br>Chirurgie Buccale, Pathologie<br>et Thérapeutique, Anesthésiologie<br>Et Réanimation  | M.<br>M.<br>M.<br>M.<br>M.<br>Mlle                         | P. BRAVETTI<br>J.P. ARTIS<br>D. VIENNEN<br>C. WANG<br>P. GANGLOFF<br>A. POLO  | Maître de Conférences<br>Professeur 2 <sup>ème</sup> grade<br>Maître de Conférences<br>Maître de Conférences*<br>Assistant<br>Assistant                                   |
| Sous-section 57-03<br>Sciences Biologiques (Biochimie, Immunologie, Histologie, Embryologie,<br>Génétique, Anatomie pathologique, Bactériologie, Pharmacologie) | M.<br>M.<br>Mme  | A. WESTPHAL<br>J.M. MARTRETTTE<br>L. DELASSAUX-FAVOT  | Maître de Conférences *<br>Maître de Conférences<br>Assistant   |
| Sous-section 58-01<br>Odontologie Conservatrice,<br>Endodontie  | M.<br>M.<br>M.<br>M.<br>M.<br>M.<br>M.                     | C. AMORY<br>A. FONTAINE<br>M. PANIGHI<br>J.J. BONNIN<br>P. BAUDOT<br>C. CHARTON<br>J. ELIAS                                     | Maître de Conférences<br>Professeur 1 <sup>er</sup> grade *<br>Professeur des Universités *<br>Maître de Conférences<br>Assistant<br>Assistant<br>Assistant               |
| Sous-section 58-02<br>Prothèses (Prothèse conjointe, Prothèse adjointe partielle,<br>Prothèse complète, Prothèse maxillo-faciale)                               | M.<br>M.<br>M.<br>M.<br>Mlle<br>M.<br>M.<br>M.<br>M.<br>M. | J.P. LOUIS<br>C. ARCHIEN<br>C. LAUNOIS<br>J. SCHOUVER<br>M. BEAUCHAT<br>D. DE MARCH<br>L.M. FAVOT<br>A. GOENGRICH<br>K. JHUGROO | Professeur des Universités*<br>Maître de Conférences *<br>Maître de Conférences<br>Maître de Conférences<br>Assistant<br>Assistant<br>Assistant<br>Assistant<br>Assistant |
| Sous-section 58-03<br>Sciences Anatomiques et Physiologiques<br>Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysique, Radiologie   | Mlle<br>M.<br>M.   | C. STRAZIELLE<br>B. JACQUOT<br>C. AREND   | Professeur des Universités*<br>Maître de Conférences<br>Assistant   |

\* temps plein - *italique* : responsable de la sous-section

*Par délibération en date du 11 décembre 1972,  
la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que  
les opinions émises dans les dissertations  
qui lui seront présentées  
doivent être considérées comme propres à  
leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner  
aucune approbation ni improbation.*

# **A NOTRE PRESIDENT DE THESE**

## **Monsieur le Professeur Marc PANIGHI**

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université Henri Poincaré, Nancy I

Habilité à diriger les recherches par l'Université Henri Poincaré, Nancy I

Professeur des Universités

Sous-section : Odontologie Conservatrice – Endodontie

Vous nous avez fait le très grand honneur de bien vouloir accepter la présidence de cette thèse.

Nous avons le privilège de bénéficier encore toute cette année de la qualité de votre enseignement clinique, et d'apprécier votre disponibilité et votre gentillesse.

Veuillez trouver ici l'expression de notre reconnaissance et de notre profonde estime.

## **A NOTRE JUGE**

**Madame le Professeur Marie-Pierryle FILLEUL**

Docteur en Chirurgie Dentaire  
Docteur en Sciences Odontologiques  
Docteur d'Etat en Odontologie  
Professeur des Universités  
Responsable de sous-section : Orthopédie Dento-Faciale

Vous nous faites l'honneur de bien vouloir faire partie de notre jury de thèse.

Nous vous remercions de nous avoir proposé ce sujet passionnant.

Veuillez trouver ici le témoignage de notre profonde reconnaissance et de notre respectueuse admiration, pour la richesse et la qualité de l'enseignement que vous nous prodiguez.

## A NOTRE JUGE

**Madame le Docteur DESPREZ-DROZ Dominique**

Docteur en Chirurgie Dentaire  
Docteur de l'Université Henri Poincaré, Nancy I  
Maître de Conférence des Universités  
Sous-section : Pédodontie.

Vous avez immédiatement manifesté de l'intérêt pour ce sujet de thèse et vous nous avez fait l'honneur d'accepter de la juger.

Nous vous remercions pour votre aide et vos conseils tout au long de nos recherches.

Veuillez trouver en ce travail le témoignage de notre sincère gratitude et de notre profonde reconnaissance.

## **A NOTRE DIRECTEUR DE THESE**

**Madame le Docteur MARCHAL Arielle**

Docteur en Chirurgie Dentaire  
Maître de Conférences des Universités  
Sous-section : Orthopédie Dento-Faciale.

Vous nous avez fait l'honneur de bien vouloir diriger et participer à ce travail.

Votre grande disponibilité ainsi que vos précieux conseils ont permis de mener à bien la réalisation de ce travail.

Veuillez trouver dans cette thèse l'expression de nos vifs remerciements et de notre profonde estime.

## **A NOTRE JUGE**

### **Monsieur le Docteur Pierre BRAVETTI**

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université Henri Descartes de Paris V

Maître de Conférences des Universités.

Responsable de la sous-section : Chirurgie Buccale, Pathologie et Thérapeutique,  
Anesthésiologie et Réanimation.

Nous sommes très sensible à votre présence au sein de ce jury.

Nous vous remercions pour avoir guidé nos premiers pas de praticien ainsi que pour nous avoir fait partager votre amour de l'exercice en chirurgie dentaire et votre savoir clinique.

Veuillez trouver en ce travail l'expression de notre reconnaissance, et de notre profond respect.

**A Madame le Docteur LOOS-AYAV Carole**

Docteur en Médecine  
Assistante Hospitalo-Universitaire  
Service d'Epidémiologie et d'Evaluation Clinique  
CHU de Nancy

Votre aide précieuse nous a permis de mener à bien  
l'exploitation statistique des données de l'enquête.  
Nous vous remercions pour votre gentillesse et votre  
disponibilité.

**A MES PARENTS**

En témoignage de mon affection et de ma reconnaissance pour l'aide qu'ils m'ont toujours apportée.

**A FREDERIC**

Que cet ouvrage soit pour lui un infime témoignage de notre amour.

**A MON FRERE ET MES SŒURS**

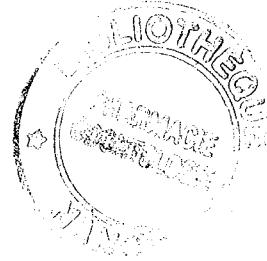
En signe de profonde affection.

**A MA GRAND-MERE MARCELLE**

Avec toute ma tendresse pour sa constante présence affective.

**A LA MEMOIRE DE MON GRAND-PERE GINO****A LA MEMOIRE DE MA GRAND-MERE JEANNE ET DE MON GRAND-PERE CHARLES****A MES ONCLES ET TANTES****A TOUTE MA FAMILLE****A TOUS MES AMIS**

# **SOMMAIRE**



## **TABLE DES ILLUSTRATIONS**

## **TABLE DES MATIERES**

- INTRODUCTION**
- CHAPITRE I : SPECIFICITES DU PATIENT PORTEUR D'UN APPAREIL ORTHODONTIQUE**
- CHAPITRE II : MODE D'ACTION DES FLUORURES TOPIQUES**
- CHAPITRE III : PRODUITS FLUORURES TOPIQUES ET ORTHODONTIE**
- CHAPITRE IV : TRAVAUX PERSONNELS  
ENQUETE : PREFERENCE DU PATIENT AU SUJET DES FORMES D'APPLICATION TOPIQUE A DOMICILE**
- CONCLUSION**
- BIBLIOGRAPHIE**
- ANNEXES**



# TABLE DES ILLUSTRATIONS

**Figure 1 :** Brossage horizontal avec une brosse à dents orthodontique échancrée en son milieu p.5  
(TERK B., 1993, 96).

**Figure 2 :** Photographies d'une plaque amovible sur moulage en vue occlusale et de la même p.7  
plaque en vue palatine.

**Figure 3 :** Photographie endobuccale d'un patient porteur d'un appareil multiattache avec une p.7  
hygiène absente (TERK B., 1993, 96).

**Figure 4 :** Photographie montrant sur un moulage les zones cervicales des faces palatines en p.13  
contact avec la plaque amovible (TERK B., 1993, 96).

**Figure 5 :** Pourcentage de *S. Mutans* dans la flore salivaire totale chez les sujets avec et sans p.14  
traitement orthodontique (d'après ROSENBLUM R.G. et TINANOFF N., 1991, 85).

**Figure 6 :** Photographie d'une gingivite et de leucomes précarieux après dépose de l'appareil p.16  
multiattache (BERGSTRAND F., TWETMAN S., 2003, 11).

**Figure 7 :** Photographie d'une atteinte sévère d'une face vestibulaire de molaire mandibulaire p.17  
(d'après un cliché de A. BENAUWT in TERK B., 1993, 96).

**Figure 8 :** Photographies de déminéralisations survenues sous les bagues au niveau incisif p.20  
(TERK B., 1993, 96).

**Figure 9 :** Concentrations de fluor dans la salive prélevée dans p.24  
différents sites de la cavité buccale 5 minutes après un bain de bouche avec 20 ml d'une solution de 25 mmol /l de NaF  
D'après DAWES C., WEATHERELL J. A. (in TRILLER M. et al., 1992, 101).

**Figure 10 :** Vue de la plaque dentaire recouvrant la surface de l'émail en p.25  
microscopie électronique à balayage (HAIKEL Y., 2001, 48).

**Figure 11:** Sites de colonisation bactérienne (RILLIARD F. et al., 2000, 82). p.25

**Tableau 1 :** Taux de fluor en mg F/kg de la plaque bactérienne non déshydratée en fonction de p.26  
la teneur en fluor de l'eau de boisson (TRILLER M. et al., 1992, 101).

**Tableau 2 :** Distribution du fluor dans la plaque dentaire (d'après HAMILTON I. R., BOWDEN p.27  
G. H. W., 1996, 50).

**Figure 12:** a) Plaque bactérienne dentaire (M.E.T. × 15 000) : accumulation de vésicules de p.32  
glycogènes dans le cytoplasme des bactéries cariogènes.  
b) Plaque bactérienne prélevée chez le même sujet après une application quotidienne de gel  
fluoruré pendant une semaine (M.E.T. × 15 000) : dégénérescence des bactéries au fluor  
(TRILLER M., 1993, 101).

**Figure 13 :** Les réservoirs de fluorures dans ou à la surface des tissus mous (d'après un schéma p.34  
de PERRIER-DUTOUR M., 2000, 79).

**Tableau 3 :** Principaux constituants de l'émail mature humain en poids et en volume (NANCI p.35  
A., GOLDBERG M., 2001, 72).

|  |      |
|--|------|
| <b>Figure 14 :</b> Schéma de Keyes modifié (RILLIARD et al., 2000, 82).  | p.38 |
| <b>Figure 15:</b> Diagramme montrant la multiplicité des facteurs influençant l'initiation, la progression et la réversibilité potentielle du processus carieux initial (HAIKEL Y., 2001, 48).   | p.39 |
| <b>Figure 16 :</b> Lésion carieuse amélaire avancée observée en microradiographie (TRILLER M., 1993, 100).   | p.41 |
| <b>Figure 17 :</b> Aspect clinique de la lésion initiale de l'émail (TRILLER M., 1993, 100).   | p.41 |
| <b>Figure 18 :</b> Lésion carieuse amélaire (TRILLER M., 1993, 100).   | p.41 |
| <b>Figure 19 :</b> Schéma de la formation de la lésion initiale de l'émail et des reprécipitations minérales sur la surface de l'émail (d'après TRILLER M. et al., 1992, 101).   | p.42 |
| <b>Figure 20 :</b> Lésion initiale de l'émail (réversible) / Reminéralisation de cette lésion (TRILLER M., 1993, 100).   | p.42 |
| <b>Figure 21 :</b> Concentration du fluor dans l'émail (ROBINSON C. et al., 1996, 83).   | p.45 |
| <b>Figure 22 :</b> Déminéralisation en fonction du pH et incidence de l'adjonction de fluor à la solution déminéralisante. (TRILLER M. et al., 1992, 101).   | p.46 |
| <b>Figure 23 :</b> Profil de déminéralisation de l'émail in vitro après action d'une solution à pH 4,5 (TRILLER M. et al., 1992, 101).   | p.47 |
| <b>Tableau 4 :</b> Teneur en fluor des principes actifs utilisés dans les produits à usage dentaire et correspondance entre teneur et concentration en ppm de fluor (d'après BOOUNOURE G.M. et al., 1994, 18).                         | p.53 |
| <b>Figure 24 :</b> Estimation approximative du nombre de personnes bénéficiant de différentes formes de traitement et de prévention des caries par les fluorures dans le monde. (d'après les données de MURRAY et al., OMS, 1994, 70). | p.53 |
| <b>Figure 25 :</b> Photographie du conditionnement de divers gels fluorurés (ROQUIER-CHARLES D., 2002, 84).  | p.57 |
| <b>Figure 26 :</b> Application de vernis fluoruré à l'aide d'un pinceau (PERRIER-DUTOUR M., 2000, 79).   | p.58 |
| <b>Figure 27:</b> FUJI ORTHO LC®(GC)   | p.61 |
| <b>Tableau 5 :</b> Fréquence d'utilisation des produits fluorurés topiques dans différents programmes de prévention (MARTHALER T, 1988, 66).   | p.68 |
| <b>Tableau 6 :</b> Gels à haute teneur en fluorures commercialisés en France   | p.69 |
| <b>Tableau 7 :</b> Quelques gels à haute teneur en fluorures commercialisés à l'étranger.  | p.71 |
| <b>Tableau 8 :</b> Gels à faible teneur en fluorures commercialisés en France.   | p.72 |
| <b>Tableau 9 :</b> Bain de bouche fluorurés commercialisés en France.  | p.73 |

|  |      |
|--|------|
| <b>Figure 28</b> : Distribution de l'échantillon en fonction du sexe du patient.   | p.85 |
| <b>Figure 29</b> : Distribution de l'échantillon en fonction du nombre de frères et sœurs.   | p.85 |
| <b>Figure 30</b> : Distribution de l'échantillon en fonction du nombre de brossages par jour.  | p.85 |
| <b>Figure 31</b> : Distribution de l'échantillon en fonction du risque carieux (habitudes alimentaires)  | p.85 |
| <b>Figure 32</b> : Distribution de l'échantillon en fonction de l'indice de plaque.  | p.85 |
| <b>Figure 33</b> : Distribution de l'échantillon en fonction de l'indice gingival.   | p.85 |
| <b>Figure 34</b> : Distribution de l'échantillon en fonction de l'indice CAOD.   | p.86 |
| <b>Figure 35</b> : Flaçon de GEL-KAM® (COLGATE-PALMOLIVE)  | p.86 |
| <b>Figure 36</b> : Flaçon de MERIDOL® (GABA).  | p.87 |
| <b>Figure 37</b> : Préférence des patients au sujet des formes d'applications topiques fluorurées.   | p.89 |
| <b>Tableau 10</b> : Diverses raisons expliquant le choix des 25 patients préférant le bain de bouche.  | p.90 |
| <b>Tableau 11</b> : Diverses raisons expliquant le choix des 15 patients préférant le bain de bouche.  | p.91 |
| <b>Tableau 12</b> : Pourcentage de réponses positives à la question n°3 du questionnaire.  | p.92 |
| <b>Figure 38</b> : photographie montrant le jaunissement des ligatures élastomériques et des brackets plastiques entraînés par l'utilisation de produits à base de fluorure d'étain. | p.95 |



# TABLE DES MATIERES

|  |      |
|--|------|
| <b><u>INTRODUCTION</u></b>   | p.1  |
| <b><u>CHAPITRE I : SPECIFICITES DU PATIENT PORTEUR D'UN APPAREIL ORTHODONTIQUE</u></b> | p.4  |
| <b>1.1. Hygiène et traitement orthodontique</b>  | p.5  |
| 1.1.1. Importance de l'hygiène   | p.5  |
| 1.1.2. Effets bénéfiques du traitement orthodontique sur l'hygiène                     | p.6  |
| 1.1.3. Difficultés de l'hygiène liées au port de l'appareil                            | p.7  |
| 1.1.3.1. Appareil amovible   | p.7  |
| 1.1.3.2. Appareil fixe   | p.7  |
| 1.1.4. Cas particulier des patients à risque   | p.8  |
| <b>1.2. Salive et traitement orthodontique</b>   | p.8  |
| 1.2.1. Appareil amovible   | p.8  |
| 1.2.2. Appareil fixe   | p.9  |
| <b>1.3. Flore buccale et traitement orthodontique</b>                                  | p.9  |
| 1.3.1. Modifications quantitatives de la flore buccale                                 | p.9  |
| 1.3.1.1. Appareil amovible   | p.9  |
| 1.3.1.2. Appareil fixe   | p.9  |
| 1.3.2. Modifications qualitatives de la flore buccale                                  | p.10 |
| 1.3.2.1. Appareil amovible   | p.10 |
| 1.3.2.2. Appareil fixe   | p.10 |
| <b>1.4. Parodonte et traitement orthodontique</b>                                      | p.10 |
| 1.4.1. Appareil amovible   | p.10 |
| 1.4.2. Appareil fixe   | p.11 |

|   |      |
|---|------|
| <b>1.5. Email et attaches orthodontiques</b>  | p.12 |
| 1.5.1. Appareil amovible  | p.12 |
| 1.5.2. Appareil fixe  | p.12 |
| 1.5.2.1. Email et scellement des bagues   | p.12 |
| 1.5.2.2. Email et collage des attaches  | p.12 |
| <b>1.6. Risque carieux</b>  | p.13 |
| 1.6.1. Appareil amovible  | p.13 |
| 1.6.2. Appareil fixe  | p.14 |
| 1.6.2.1. Le risque carieux lié aux appareils multiattache   | p.14 |
| 1.6.2.2. Localisations des déminéralisations pouvant survenir chez les patients porteurs d'un appareil multiattache | p.15 |
| - Sous les bagues   | p.17 |
| - Autour des attaches collées   | p.18 |
| 1.6.2.3. Prophylaxie du risque carieux  | p.19 |
| <b><u>CHAPITRE II : MODE D'ACTION DES FLUORURES TOPIQUES</u></b>  | p.21 |
| <b>2.1. Hygiène</b>   | p.22 |
| <b>2.2. Salive</b>  | p.23 |
| 2.2.1. Clairance salivaire du fluor   | p.23 |
| 2.2.2. Concentration en fluor de la salive après utilisation de produits topiques fluorurés                         | p.24 |
| <b>2.3. Bactéries</b>   | p.25 |
| 2.3.1. Fluor et plaque bactérienne  | p.25 |
| 2.3.1.1. Généralités sur la plaque bactérienne  | p.25 |
| 2.3.1.2. Concentration et provenance du fluor contenu dans la plaque bactérienne                                    | p.26 |
| 2.3.1.3. Distribution du fluor dans la plaque bactérienne   | p.27 |
| 2.3.2. Effets du fluor sur les bactéries  | p.29 |
| 2.3.2.1. Facteurs influençant les effets toxiques du fluor sur les bactéries  | p.29 |
| 2.3.2.2. Fluor et métabolisme bactérien   | p.30 |
| - Glycolyse   | p.30 |
| - Transport intrabactérien des glucides   | p.30 |
| - Biosynthèse de macromolécules   | p.31 |

|  |      |
|--|------|
| - Métalloenzymes   | p.31 |
| 2.3.2.3. Fluor et colonisation bactérienne                                       | p.32 |
| 2.3.3. Conclusion  | p.32 |
| <b>2.4. Parodonte</b>  | p.33 |
| 2.4.1. Caractéristiques physiologiques de la muqueuse buccale                    | p.33 |
| 2.4.2. Les réservoirs de fluorures dans ou à la surface des tissus mous          | p.33 |
| <b>2.5. Email</b>  | p.34 |
| 2.5.1. Rappels des propriétés physico-chimiques de l'email                       | p.34 |
| 2.5.2. Comparaison entre le mode d'action topique et le mode d'action systémique | p.36 |
| 2.5.3. Action du fluor sur l'email et la lésion carieuse                         | p.37 |
| 2.5.3.1. La lésion initiale de l'email   | p.41 |
| 2.5.3.2. La carie de l'email   | p.43 |
| 2.5.3.3. Interactions entre l'email et le fluor                                  | p.43 |
| 2.5.3.4. Action du fluor sur la déminéralisation de l'email                      | p.46 |
| - In vitro   | p.46 |
| - In vivo  | p.48 |
| 2.5.3.5. Action du fluor sur la reminéralisation de l'email                      | p.48 |
| - In vitro   | p.49 |
| - In vivo  | p.49 |

**CHAPITRE III : PRODUITS FLUORURES TOPIQUES ET  
ORTHODONTIE** p.50

|  |      |
|--|------|
| <b>3.1. Cahier des charges du produit fluoruré topique idéal</b> | p.51 |
| <b>3.2. Différentes compositions</b>                             | p.51 |
| 3.2.1. Principes actifs  | p.51 |
| 3.2.2. Caractéristiques de chaque fluorure                       | p.51 |
| <b>3.3. Influence de la température</b>                          | p.53 |
| <b>3.4. Différents modes d'application topique</b>               | p.53 |
| 3.4.1. Applications professionnelles de fluorures                | p.54 |
| 3.4.2. Applications domestiques de fluorures                     | p.63 |

|   |      |
|---|------|
| <b>3.5. Produits disponibles</b>  | p.69 |
| 3.5.1. Gels fluorurés   | p.69 |
| 3.5.2. Bains de bouche fluorurés  | p.72 |
| 3.5.3. Vernis fluorurés   | p.74 |
| <b>3.6. Intérêt de l'association de plusieurs vecteurs fluorurés</b>  | p.74 |
| <b>3.7. Instabilité temporelle des apports fluorurés</b>  | p.75 |
| <b>3.8. Toxicité et innocuité</b>   | p.75 |
| <b>3.9. Intérêt de la prévention fluorurée topique en orthodontie</b>   | p.77 |
| 3.9.1. Résultats de la prophylaxie en orthodontie   | p.77 |
| 3.9.2. Reminéralisation des lésions précarieuses  | p.78 |
| <b>3.10. Produits fluorurés et appareils orthodontiques</b>   | p.78 |
| 3.10.1. Appareil amovible   | p.78 |
| 3.10.2. Appareil multiattache   | p.78 |
| 3.10.2.1. Corrosion des fils  | p.78 |
| 3.10.2.2. Collage des brackets  | p.79 |
| 3.10.2.3. Action sur les chaînes élastomériques   | p.79 |
| 3.10.2.4. Action sur les brackets   | p.79 |
| <b>3.11. Produits fluorurés et matériaux rencontrés dans la cavité buccale des patients suivis en orthodontie</b> | p.80 |
| 3.11.1. Produits fluorurés et sealants  | p.80 |
| 3.11.2. Produits fluorurés et résines composites  | p.80 |
| <b>CHAPITRE IV : TRAVAUX PERSONNELS</b>   | p.81 |
| <b>ENQUETE : PREFERENCE DU PATIENT AU SUJET DES FORMES D'APPLICATION TOPIQUE A DOMICILE</b>                       | p.82 |
| <b>4. 1. Protocole</b>  | p.83 |
| 4.1.1. Objectifs  | p.83 |

|   |       |
|---|-------|
| <b>4.1.2. Matériels et méthode</b>  | p.83  |
| 4.1.3.1. Critères d'inclusion   | p.83  |
| 4.1.3.2. Présentation de l'échantillon  | p.83  |
| 4.1.3.3. Produits testés  | p.86  |
| 4.1.3.4. Recueil de données   | p.88  |
| 4.1.3.5. Critère principal d'évaluation   | p.88  |
| 4.1.3.6. Analyse statistique  | p.88  |
| <b>4.2. Résultats</b>   | p.88  |
| 4.2.1. Préférence des patients et raisons de cette préférence                                   | p.89  |
| 4.2.2. Observance des patients  | p.92  |
| 4.2.3. Evaluation de la fiche explicative   | p.93  |
| 4.2.4. Choix final du patient en fonction de la durée du traitement                             | p.93  |
| <b>4.3. Discussion</b>  | p.94  |
| 4.3.1. Matériels  | p.94  |
| 4.3.2. Méthode  | p.94  |
| 4.3.3. Résultats  | p.94  |
| 4.3.3.1. Préférence des patients et raisons de cette préférence                                 | p.94  |
| 4.3.3.2. Observance des patients  | p.96  |
| 4.3.3.3. Evaluation de la fiche explicative   | p.96  |
| 4.3.3.4. Choix final du patient en fonction de la durée du traitement                           | p.97  |
| <b>4.4. Conclusion</b>  | p.98  |
| <b><u>CONCLUSION</u></b>  | p.99  |
| <b><u>BIBLIOGRAPHIE</u></b>   | p.101 |
| <b><u>ANNEXES</u></b>   |       |
| - Elaboration d'une fiche explicative destinée aux patients porteurs d'un appareil multiattache |       |
| - Questionnaire   |       |
| - Recueil des données des 40 questionnaires   |       |

## **INTRODUCTION**

Selon le dictionnaire des termes de médecine Garnier Delamare (42), la prévention, provenant du latin *prævenire*, « prendre les devants », est :

- l'ensemble des mesures destinées à éviter l'apparition (prévention primaire), ou l'aggravation (prévention secondaire) de maladies,
- ainsi que des moyens ayant pour but d'en limiter les séquelles (prévention tertiaire).

Partant d'une part des définitions de la prévention primaire et secondaire, et d'autre part du processus pathologique que constitue la carie dentaire, il est important de souligner qu'aujourd'hui, les applications cliniques de fluor, par leur action cariopréventive et cariostatique, constituent des procédures à la fois **préventives** et **thérapeutiques** de cette affection.

Une prise de conscience de la nécessité de prévention s'est développée au sein de l'odontologie durant ces dernières quarante années. Le fluor y a pris une place prépondérante qu'il conservera vraisemblablement longtemps encore.

Cependant, en France, la **prévention fluorurée**, bien qu'ardemment défendue et développée par la pédodontie et l'odontologie conservatrice, n'est qu'un concept assez récent en orthodontie.

En effet, si quelques précurseurs, comme ZACHRISSON B.U.(1975, 115) et BOUNOURE G.M. (1976, 16), la défendent depuis longtemps, en pratique, peu de spécialistes l'appliquent en cabinet, ce qui semble paradoxal puisque le contrôle de l'hygiène occupe une place prépondérante dans l'activité quotidienne de tout orthodontiste.

Le but de cette thèse est de tenter de fusionner les nombreuses connaissances en prévention fluorurée topique chez l'enfant et l'adolescent, mais aussi chez l'adulte voire même chez la personne âgée (SAUNDERS R. H. et al., 1994, 86), afin de pouvoir les adapter et les appliquer en orthodontie, et d'assurer ainsi un continuum entre les diverses disciplines.

Certes, il est possible de réduire la septicité buccale par de simples mesures d'hygiène bucco-dentaire et de rééducation du régime alimentaire vis-à-vis de la consommation excessive de sucres fermentescibles.

Cependant, c'est avec la diffusion des thérapies fluorurées que l'incidence de la carie dentaire a connu un net déclin.

En effet, les prescriptions de fluor visent à :

- renforcer la résistance de l'émail vis-à-vis de l'attaque acide,
- contribuer à l'équilibre du milieu buccal en exerçant un pouvoir tampon lors des chutes de pH consécutives à l'ingestion de glucides,
- limiter le métabolisme des microorganismes et leur prolifération.

L'action du fluor est polyvalente.

Le fluor intervient pendant l'élaboration et la minéralisation des germes dentaires, lorsqu'il est prescrit par voie systémique (eau, sels, comprimés).

Il agit directement sur les surfaces dentaires par voie **topique** (dentifrices, bains de bouche, gels, vernis).

Le patient porteur d'un appareil d'orthodontie est un patient à risque carieux.

Si le remplacement des procédures de scellement des bagues par celles du collage des attaches orthodontiques a permis de modifier l'extension des lésions carieuses et leur topographie coronaire ou cervicale, chaque orthodontiste reste néanmoins confronté quotidiennement, mais à des degrés divers, au développement de processus carieux chez ses patients.

La réussite d'un traitement orthodontique ne saurait se résumer en l'obtention d'une classe I d'Angle. Elle va s'exprimer non seulement à travers la concrétisation d'objectifs occlusaux, parodontaux, fonctionnels, esthétiques mais aussi par le maintien de l'intégrité tissulaire de la dent.

Après un rappel sur les spécificités du patient porteur d'un appareil orthodontique, et le mode d'action des fluorures topiques, sera abordée l'utilisation des fluorures topiques en orthodontie.

La préférence des patients au sujet des formes d'application topique à domicile sera ensuite l'objet d'une enquête.

Face au processus carieux en orthodontie et à ses conséquences néfastes, telles que :

- le problème esthétique
- le problème de réhabilitation
- l'engagement de la responsabilité de l'orthodontiste,

la prévention fluorurée topique présente donc tout son intérêt.

**CHAPITRE I :**  
**SPECIFICITES DU PATIENT PORTEUR**  
**D'APPAREIL D'ODF**

De nombreuses études ont souligné les effets bénéfiques des traitements orthodontiques, tels que la prévention des caries et des parodontites dans les cas d'encombrements dentaires, par exemple.

Inversement, un traitement orthodontique peut, dans certains cas, provoquer des dommages au niveau des dents et des tissus de soutien (décalcifications et gingivites).

## **1.1. Hygiène et traitement orthodontique**

### **1.1.1. Importance de l'hygiène**

Il est nécessaire de bien poser l'indication du traitement orthodontique.

En effet, il convient de s'assurer de la coopération du patient et de son niveau d'hygiène, ceci avant toute pose d'un appareillage orthodontique multiattache, mais aussi pendant et après.

Ainsi, une hygiène défectueuse peut entraîner des lésions carieuses irréversibles sur les dents permanentes, source de préjudice esthétique, compromettant gravement la réussite du traitement et pouvant mettre en cause la responsabilité du praticien au niveau légal.

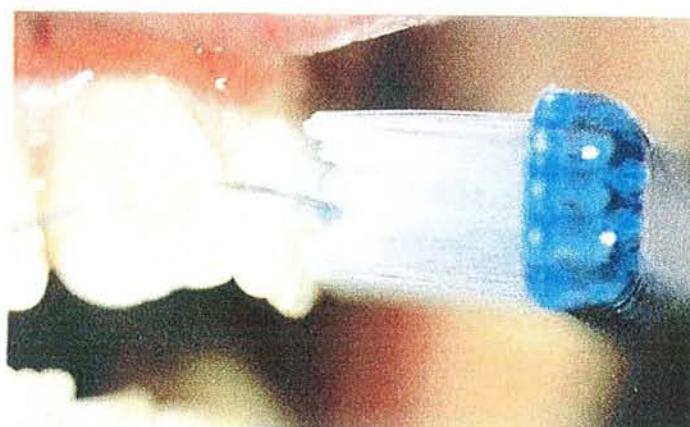
MACHEN D. E., en 1991, (63), recommande une évaluation de l'hygiène orale à chaque rendez-vous : accumulation de la plaque, inflammation gingivale, décalcifications et caries. Ces indices cliniques sont ensuite enregistrés dans un tableau.

Si un manque de coopération est observé, il faut avertir les parents du patient puis surveiller l'évolution de l'hygiène pour voir si un arrêt du traitement est nécessaire.

Suivre ces quelques principes peut permettre de diminuer, -sans toutefois l'éliminer-, le risque de litige mais surtout d'améliorer la prise en charge du patient.

Les moyens d'hygiène bucco-dentaire en orthodontie sont nombreux : brossage (à l'aide d'une brosse orthodontique de préférence), jets d'eau pulsée, brossettes, bains de bouche fluorurés ou à la chlorhexidine, et recommandations concernant l'alimentation...

Mais le brossage demeure primordial. Ainsi, l'enseignement de l'hygiène au cabinet par un personnel spécialisé, dans une salle d'hygiène, lorsque cela est possible, est essentiel.



**Figure 1 :** Brossage horizontal avec une brosse à dents orthodontique échancrée en son milieu (TERK B., 1993, 94).

Il faut ensuite compléter ce brossage horizontal par un mouvement vertical de « balayage » du tiers cervical de la dent, en allant de la gencive vers la dent.

Il convient donc de rappeler l'importance du contrôle et du suivi régulier de l'hygiène du patient. La prescription de topiques fluorurés s'inscrit également dans cette démarche préventive.

### **1.1.2. Effets bénéfiques du traitement ODF sur l'hygiène**

Le fait de corriger les malpositions dentaires semble faciliter l'hygiène. Bien qu'il semble raisonnable de supposer qu'un mauvais alignement dentaire puisse compliquer les procédures d'hygiène orale et mène à l'augmentation de la plaque dentaire et à une inflammation gingivale superficielle, cette association n'a pas été établie par la recherche de manière univoque.

DAVIES T. M. et al., en 1991, (35) , ont étudié l'effet du traitement orthodontique sur la plaque dentaire et la santé parodontale. Les indices de plaque, de saignement, et le degré de malposition ont été enregistrés pour chaque incisive et canine, sur un échantillon de 417 enfants présentant des malocclusions qui nécessitaient un traitement orthodontique. 114 d'entre eux ont reçu un traitement orthodontique. Ces 417 enfants sont réexaminés 3 ans après.

Entre l'examen de départ et celui à 3 ans, les auteurs ont mis en évidence une réduction significative des indices de plaque et de saignement dans les 2 groupes d'enfants : sujets traités orthodontiquement et sujets non traités.

Toutefois, les enfants traités orthodontiquement présentent la meilleure réduction, mais cela semble plus en rapport avec des facteurs comportementaux qu'avec une amélioration de l'alignement dentaire.

Les enfants qui sont motivés pour un traitement orthodontique deviennent peut-être plus expérimentés en hygiène orale. De plus, la réduction dans les 2 groupes s'explique par le fait que, comme les sujets deviennent plus âgés, leur motivation et leur compétence en hygiène orale s'améliorent.

Ainsi, les auteurs concluent que la légère réduction de la plaque et de la gingivite qui est attribuée au traitement orthodontique, serait plutôt le résultat d'une modification des habitudes d'hygiène du patient (hygiène plus régulière et plus rigoureuse). Donc le résultat obtenu semble plus lié à l'apprentissage des méthodes d'hygiène qu'à l'obtention d'un alignement dentaire.

Ceci souligne donc l'importance du contrôle de plaque chez les patients porteurs d'un appareil orthodontique.

AMORIC M., (1993, 6), partage la même opinion : les traitements orthodontiques ont un effet favorable sur l'hygiène, plus par la motivation et la prise de conscience que par le traitement de la malocclusion.

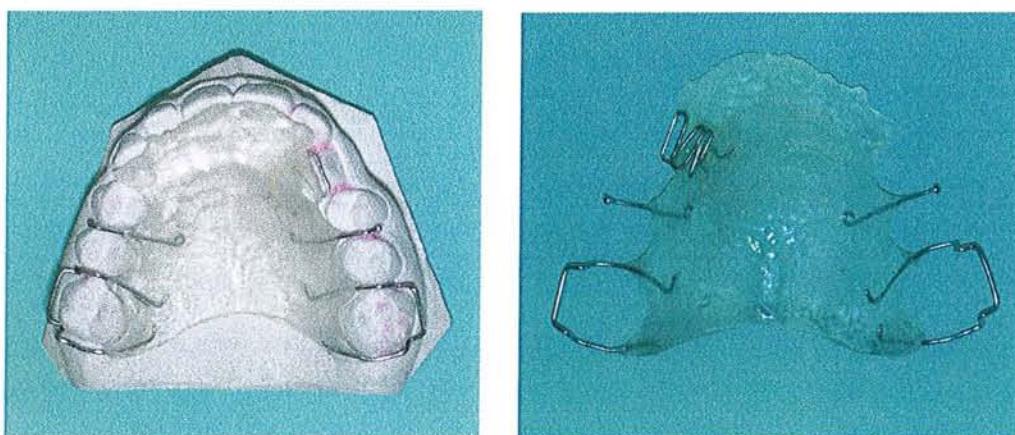
### **1.1.3. Difficultés de l'hygiène liées au port de l'appareil**

Les éléments intrabuccaux augmentent la rétention bactérienne et compliquent l'élimination de la plaque bactérienne.

#### 1.1.3.1. Appareil amovible

Les patients traités avec des appareillages amovibles ne rencontrent pas de difficultés particulières pour le contrôle de l'hygiène (technique habituelle : brosse à dents, fil dentaire). En effet, il suffit d'ôter la plaque amovible pour que les conditions d'hygiène soient les mêmes que pour un patient sans traitement orthodontique.

Cependant, il ne faut pas oublier de nettoyer également la plaque amovible.



**Figure 2 :** Photographies d'une plaque amovible sur moulage en vue occlusale et de la même plaque en vue palatine.

#### 1.1.3.2. Appareil fixe



**Figure 3 :** Photographie endobuccale d'un patient porteur d'un appareil multiattache avec une hygiène absente (TERK B., 1993, 96).

Au contraire, pour les patients porteurs d'un appareillage fixe, le brossage est plus difficile. La pose de bagues, verrous, fils et ligatures est un obstacle à l'hygiène bucco-dentaire.

L'appareil fixe retient la plaque et les aliments, diminue l'auto-nettoyage par la salive et le frottement des lèvres et des joues, et rend plus difficile le passage de la brosse à dents.

La plaque dentaire et les débris alimentaires s'accumulent entre la gencive et l'appareil, au niveau du tiers cervical de la dent.

« Le peu de place laissé à la brosse à cet endroit oblige le patient à frotter l'anneau gingival souvent congestionné qui saigne avec profusion au contact », décourageant parfois les patients de brosser correctement cette zone (TERK B., 1993, 96).

Une motivation à l'hygiène et un enseignement du contrôle de plaque sont à prévoir d'urgence pour le patient de la figure 3.

Si le patient ne fait pas d'effort notable pour améliorer son hygiène déplorable, la dépose de son appareil sera impérative afin d'éviter des lésions dentaires irréversibles.

#### **1.1.4. Cas particuliers des patients à risque**

Certains experts considèrent que la flore bactérienne de la cavité buccale peut être source de bactériémie après irruption dans les capillaires du tissu gingival.

Ainsi, un simple brossage des dents peut présenter un risque chez les patients à risque oslérien.

Si le traitement orthodontique doit être accompli, un programme adéquat d'hygiène orale, avec emploi régulier de topiques fluorurés est important pour prévenir ces problèmes (THILANDER B. L., 1992, 97).

## **1.2. Salive et traitement orthodontique**

La salive a une action essentiellement carioprotectrice, tant par son action mécanique de « chasse salivaire », responsable de l'élimination des déchets de la nourriture, que par certains de ses composants agissant sur la reminéralisation de l'émail mais aussi le développement de la plaque.

La salive joue donc un rôle protecteur en intervenant dans l'équilibre déminéralisation-reminéralisation de l'émail.

#### **1.2.1. Appareil amovible**

Un film salivaire est compris entre la voûte palatine et la plaque.

Selon ROSENBLoom R.G. et TINANOFF N., (1991, 85), le taux salivaire de *S. Mutans* des patients portant un appareil amovible de contention n'est pas significativement différent de celui des patients non traités orthodontiquement.

Les enfants portant des plaques amovibles, en raison de la présence excessive de monomère et de la porosité de la résine qui retient les bactéries, présentent plus fréquemment des inflammations de la muqueuse palatine que les enfants à appareillage fixe. (LETTERMANN V., 2001, 62)

## **1.2.2. Appareil fixe**

L'appareil fixe, qui retient la plaque et les aliments, diminue l'auto-nettoyage par la salive et le frottement des lèvres et des joues (TERK B., 1993, 96).

Le pouvoir tampon de la salive peut se trouver débordé par une ration alimentaire déséquilibrée et une hygiène bucco-dentaire imparfaite, augmentant très sensiblement le risque carieux (BOOUNOURE G.M. et al., 1994, 18).

Les tests **bactériens** permettent une quantification des colonies bactériennes (*Streptococcus mutans* et lactobacilles) présentes dans la salive.

Les tests **salivaires** permettent de mesurer le flux salivaire et le pouvoir tampon de la salive.

Le traitement multiattache favorise l'augmentation du taux de *Streptococcus mutans* et de lactobacilles salivaires.

Si le pH salivaire des patients appareillés ne varie pas par rapport à celui des patients non appareillés, le pouvoir tampon de la salive, quant à lui, semble diminuer (CHAUVOIS L., 2002, 32).

Les acides organiques produits par les bactéries cariogènes font baisser le pH à l'interface plaque-émail. Lorsque le pouvoir tampon du milieu environnant, lié en particulier à la salive, est insuffisant, le pH descend en dessous du seuil critique de 5,5.

Il y alors déminéralisation de l'émail par passage en solution du phosphate et du calcium.

Une diminution du pouvoir tampon ne peut donc qu'augmenter le risque carieux.

## **1.3. Flore buccale et traitement orthodontique**

Lors du traitement orthodontique, la flore buccale va subir des modifications tant sur un plan quantitatif que qualitatif.

En effet, il y aura une augmentation du nombre de bactéries par rétention ainsi qu'une transformation vers une flore plus cariogène.

### **1.3.1. Modifications quantitatives de la flore buccale**

#### 1.3.1.1. Appareil amovible

Le taux de *S. mutans* ne varie pas de façon significative chez les patients avec un appareillage amovible (ROSENBLUM R.G. et TINANOFF N., 1991, 85).

En effet, le brossage, une fois la plaque retirée, est similaire à celui des patients non appareillés.

#### 1.3.1.2. Appareil fixe

L'insertion d'appareillages orthodontiques dans la cavité buccale crée des reliefs et des anfractuosités, constituant des zones de rétention bactérienne supplémentaires.

Ils interfèrent aussi dans la pratique de l'hygiène orale.

Cette augmentation des sites de rétention microbienne peut être responsable de gingivites, aussi bien que de décalcifications.

### **1.3.2. Modifications qualitatives de la flore buccale**

#### 1.3.2.1. Appareil amovible

Un appareillage amovible augmente le nombre des agents mycotiques (*Candida albicans*), (BOES D. et al.1999, 15).

De plus, du fait de la porosité de la résine, la surface des plaques amovibles est rapidement recouverte par des Streptocoques ainsi que par des bâtonnets et des levures gram + et -.

#### 1.3.2.2. Appareil fixe

PAOLANTONIO M. et al. en 1996 (78), ont montré une plus grande fréquence d'*Actinobacillus actinomycetemcomitans* chez les adolescents traités orthodontiquement comparés à un groupe témoin, à indice de plaque égal.

Le taux de *Streptococcus mutans*, s'il ne varie pas de façon significative chez les patients avec un appareillage amovible, augmente au contraire de manière significative chez les patients avec appareillage fixe. (ROSENBLUM R.G. et TINANOFF N., 1991, 85)

C'est ce que confirme en 2002 l'étude de L. CHAUVOIS (32) : le traitement orthodontique semble favoriser le développement des *Streptococcus mutans* mais aussi des lactobacilles salivaires.

Cependant, ROSENBLUM R.G. et TINANOFF N. en 1991 (85), ont montré qu'après la période de contention, le taux de *Streptococcus mutans* dans la salive ne présente plus de différence avec celui des patients non traités orthodontiquement.

Un appareillage fixe entraîne également un accroissement des bactéries sulculaires anaérobies. (DIAMANTI –KIPOTI A., 1987, 39)

L'utilisation de ligatures élastomériques entraîne, elles aussi, une augmentation du nombre de *S. Mutans* et de lactobacilles.

L'incidence des caries n'augmente pas significativement chez les patients suivant un traitement orthodontique qui maintiennent un bon niveau d'hygiène orale, tout en incluant des applications topiques fluorurées (DENES J., 1991, 36).

## **1.4. Parodonte et traitement orthodontique**

### **1.4.1. Appareil amovible**

Selon BOES D. et al., (1999, 15), « les systèmes orthodontiques constituent un facteur de risque supplémentaire au niveau parodontal.»

En effet, si l'hygiène est insuffisante et la plaque non ôtée pour être nettoyée, une inflammation gingivale va s'installer.

De plus, la résine, poreuse, retient des agents mycotiques et des bâtonnets, et irrite encore plus le parodonte.

Enfin, les crochets, ressorts, constituent des facteurs supplémentaires de rétention de plaque, si l'hygiène est insuffisante.

### **1.4.2. Appareil fixe**

L'insertion de bagues intrasulculaires, les substances de collage et la rétention bactérienne facilitent le développement des gingivites perorthodontiques.

Le risque au niveau parodontal, essentiellement lié à l'augmentation des micro-organismes, pourrait être exacerbé par la cytotoxicité de certains alliages utilisés pour les appareillages orthodontiques ;

ALEXANDER S. A. en 1991 (3), et BOYD. R. L. en 1992 (22), ont montré une augmentation de l'indice de saignement au sondage, de l'indice de plaque, de l'indice gingival et donc une augmentation de l'activité inflammatoire au niveau du parodonte des dents porteuses de bagues scellées. Après la dépose des systèmes d'ancrage, les indices reviennent à des niveaux avant traitement.

De plus, la clinique montre souvent des hyperplasies gingivales, essentiellement papillaires, au cours des traitements orthodontiques. Ces hyperplasies disparaissent le plus souvent spontanément après dépose des appareillages.

En effet, les complications parodontales sont un des risques majeurs, avec les lésions carieuses, associés aux traitements orthodontiques.

Ces complications sont essentiellement de deux types :

- bactériennes : parodontites
- tissulaires : récessions parodontales, pouvant être associées aux parodontites, mais le plus souvent corrélées à des problèmes de traumatisme du parodonte marginal par les ancrages orthodontiques et le déplacement dentaire.

La prévention des parodontites passe par le dépistage des sujets à risque.

Tout diagnostic de gingivite et/ou de parodontite suppose le traitement de cette pathologie préalablement au traitement orthodontique. C'est la :

#### **Thérapeutique parodontale préorthodontique :**

Toutes les parodontites sont dues, en partie à une agression bactérienne. Le traitement parodontal comprendra la maîtrise des étiologies bactériennes par les moyens physiques et éventuellement chimiques.

Cette étape, commune à toutes les formes de gingivites et de parodontites, suffit à arrêter la majorité d'entre elles.

Ensuite, sera instaurée la :

#### **Thérapeutique parodontale perorthodontique :**

Elle est essentielle dans le maintien de la guérison d'une parodontite. Elle comporte le renforcement de l'utilisation par le patient des méthodes d'élimination de la plaque bactérienne.

L'application de produits fluorurés par voie topique trouve donc tout son intérêt, non seulement la lutte contre les complications parodontales, mais également dans la prévention des lésions carieuses lors des traitements orthodontiques.

## **1.5. Email et traitement orthodontique**

### **1.5.1. Appareil amovible**

Le contact continu et prolongé, sans nettoyage, entre la plaque et le collet de la dent provoque les mêmes effets de rétention et d'accumulation de plaque que lorsque le brossage est insuffisant ou mal dirigé.

En effet, si les appareils amovibles ne sont jamais ôtés pour le brossage des dents et le nettoyage de la plaque, les conséquences peuvent être dramatiques.

### **1.5.2. Appareil fixe**

#### 1.5.2.1. Email et scellement des bagues

Des traces de déminéralisation sont malheureusement trop souvent découvertes en fin de traitement.

En effet, un descellement partiel et les infiltrations qui s'ensuivent sont difficiles à détecter car la bague est retenue par ses autres faces et par l'arc.

Le choix et l'ajustage des bagues constituent donc des actes très importants.

La bague choisie doit être de la taille la plus petite possible. Sa hauteur doit également être la plus réduite possible, d'abord pour éviter une interférence occlusale, ensuite parce que les bagues trop hautes peuvent se desceller sans se déplacer.

La tenue des bagues doit être vérifiée à chaque visite.

Aucun ciment actuellement commercialisé ne met à l'abri du descellement, mais si celui-ci se produit, il vaut mieux qu'il intervienne à l'interface ciment- bague, la situation favorable étant le maintien du ciment sur l'email, qui est ainsi protégé contre les déminéralisations.

Ceci semble être le cas avec les ciments verres ionomères qui se fracturent à l'interface bague-ciment, le ciment adhérant à l'email tout en libérant du fluor. (YAFFI J., 1999, 113)

#### 1.5.2.2. Email et collage des attaches

Suite aux travaux de BUONOCORE en 1955 sur les résines acryliques, NEWMAN en 1965, a décrit la première technique de collage des attaches orthodontiques à l'email (AKNIN J.J., 1996, 2).

Le collage en orthodontie a donc permis de passer du traitement « multibague » au traitement « multiattache ».

Si le collage des attaches a apporté de multiples avantages, (dont une hygiène facilitée, un décollement tout de suite localisé), avec moins de risques pour les lésions précarieuses de l'email , il entraîne également des facteurs iatrogènes liés au collage et au décollage.

AKNIN J. J. en 1996, (2), rappelle :

- que le mordançage s'accompagne d'une **perte d'email** de 10 à 20 µm.
- qu'il existe un **manque d'étanchéité du joint** email-adhésif-boîtier, plus fréquent au niveau cervical qu'au niveau occlusal, en raison des difficultés de contrôle de l'humidité.
- que la dépose des attaches et le **polissage** occasionnent une légère perte d'email.

La couche superficielle de l'email perdue lors de la dépose (perte de 5 à 25µm selon le degré de charge de l'adhésif) et du polissage, bien que faible, n'est pas négligeable.

D'autant plus que la couche superficielle de l'émail éliminée est riche en fluor : en effet, la couche acquise de fluor se trouve principalement dans les 10µm externes.

La perte de cette couche superficielle favorise donc les **décalcifications**.

Il existe également une augmentation de la **rétenzione de la plaque** sur l'émail après dépose des attaches suite à l'obtention d'une **surface rugueuse** consécutive au mordançage et au décollage. Ces altérations de l'émail, proportionnelles à l'agressivité de la méthode de polissage s'atténuent progressivement avec l'abrasion naturelle et les mesures d'hygiène appliquées.

## **1.6. Risque carieux.**

### **1.6.1. Appareil amovible**

Bien que le taux de *S. Mutans* ne varie pas de façon significative chez les patients avec un appareillage amovible, les appareils amovibles ne sont pas pour autant exempts de nocivité potentielle.

Les zones supra-gingivales des faces palatines des dents en contact avec les plaques amovibles peuvent être menacées si les appareils ne sont pas ôtés, ni nettoyés.

Cette situation, similaire au port des prothèses adjointes, est bien connue des praticiens.



**Figure 4 :** Photographie montrant sur un moulage les zones cervicales des faces palatines en contact avec la plaque amovible (TERK B., 1993, 96).

## 1.6.2. Appareil fixe

### 1.6.2.1. Le risque carieux lié aux appareils multiattache

Les patients sous traitement orthodontique présentent des modifications de l'écologie buccale :

- diminution du pH de la plaque bactérienne
- augmentation de rétention des particules alimentaires
- augmentation des sites de rétention pour *S. Mutans*, ce qui conduit à une augmentation en proportion mais aussi en valeur absolue des *S. Mutans* dans la salive.

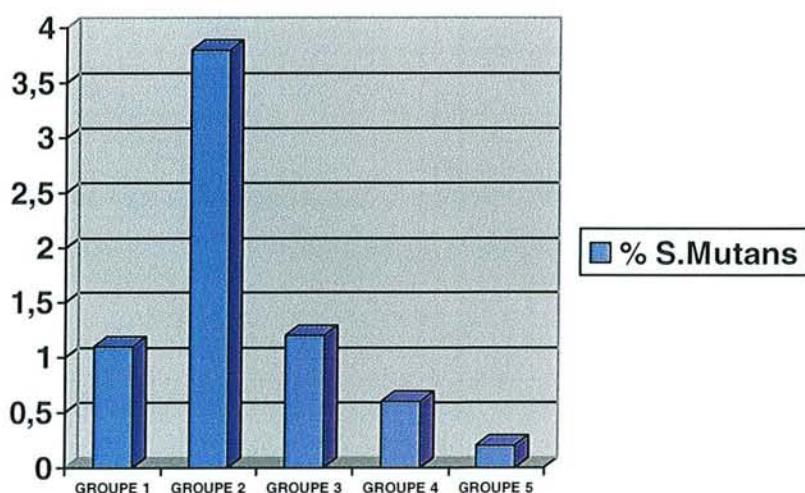
Ces changements peuvent être responsables, en partie, des décalcifications mises en évidence en post-orthodontique.

**La détermination du taux de *S. Mutans*** dans la cavité buccale ou au niveau d'un site dentaire présente une grande importance dans la prédition de la carie et le diagnostic des patients à haut risque carieux.

En effet, une corrélation positive a été établie en 1999 entre l'incidence carieuse et le taux de *S. Mutans* au niveau des caries des sillons sur les molaires, par (HAIKEL Y., 2001, 48)

ROSENBLUM R.G. et TINANOFF N., en 1991, (85), ont étudié le taux de *Streptococcus mutans* salivaires avant, pendant et après un traitement orthodontique, afin de mieux connaître le risque carieux et de mettre en place des moyens préventifs appropriés. (figure 5)

L'un des objets de cette étude était également de déterminer si le taux élevé d'infection associé aux attaches orthodontiques perdurait après leur retrait, et donc si les patients continuaient à présenter un risque carieux augmenté après arrêt du traitement orthodontique.



**Groupe 1** témoin (12-15 ans)

**Groupe 2** en cours de traitement multiattache (12-15 ans)

**Groupe 3** en contention (12-15 ans)

**Groupe 4** en post-contention (16-21 ans)

**Groupe 5** témoin (16-21 ans)

**Figure 5** : Pourcentage de *S. Mutans* dans la flore salivaire totale chez les sujets avec et sans traitement orthodontique (d'après ROSENBLUM R.G. et TINANOFF N., 1991, 85).

Les sujets sous « **traitement multiattache** » ont un nombre total et un pourcentage de *S. Mutans*, significativement plus élevés ( $p < 0,05$ ) que pour chacun des quatre autres groupes.

Une diminution significative du nombre et du pourcentage de *S. Mutans* est observée dans le groupe «**contention** ».

Donc, 6 à 15 semaines après le débaguage, durant la phase de contention, le taux de *S. Mutans*, approximativement divisé par 4, retrouve une valeur comparable à celle de l'échantillon contrôle des patients du même âge non traités orthodontiquement.

Ceci semble indiquer qu'après le traitement actif, le taux de *S. Mutans* tend à diminuer à des niveaux avant traitement.

Il n'y a pas de différence significative ( $p > 0,05$ ) entre les groupes « **contention** » et « **post-contention** ».

En outre, il n'y a pas non plus de différence significative ( $p > 0,05$ ) entre les sujets après contention et ceux qui n'ont pas eu de traitement orthodontique, à âge égal, que ce soit pour le nombre total de *S. Mutans* ou pour le pourcentage de *S. Mutans*.

Les résultats de cette étude suggèrent que le traitement orthodontique n'entraîne pas une élévation à long terme du taux de *S. Mutans*.

Cependant, les autres études confirment les taux élevés de *S. Mutans* et leur augmentation en proportion, rencontrés chez les patients sous **traitement multiattache**.

Un tel changement de la flore orale est un facteur d'augmentation des décalcifications de l'email (« white spot lesions ») durant une thérapeutique orthodontique.

Selon BERGSTRAND F. et al., (2003, 11), l'incidence des lésions carieuses initiales ou des « white spots » adjacentes aux bagues ou aux attaches orthodontiques a été estimée, selon différentes sources, de 15% à 85% !

#### 1.6.2.2. Localisations des déminéralisations pouvant survenir chez les patients porteurs d'un appareil multiattache

Quelle que soit la nature de l'appareil, l'atteinte des tissus durs, lorsqu'elle se produit, débute par une déminéralisation de l'email.

Selon AKNIN J. J. (2), «la dissolution de l'email superficiel semble être la caractéristique majeure durant le développement des lésions carieuses associées aux appareillages orthodontiques. »

La mise en place d'un appareil fixe entraîne, comme on l'a vu précédemment, des modifications du milieu buccal :

- accumulation de plaque
- augmentation des hydrates de carbone et des populations de streptocoques et de lactobacilles.

Tout déséquilibre entre le processus de déminéralisation et de reminéralisation va se traduire par l'apparition de **zones de déminéralisation de l'email ou white spots**.

- Leucomes :

Description :

BASSIGNY F. (1991, 10), dans les lésions iatrogènes post-thérapeutiques, décrit les leucomes au niveau du collet, comme des « zones blanchâtres de décalcification, en demi-lune, au niveau gingival. »



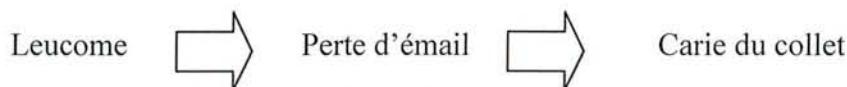
**Figure 6** : Photographie d'une gingivite et de leucomes précarieux après dépose de l'appareil multiattache (BERGSTRAND F., TWETMAN S., 2003, 11).

O'REILLY M. M. et FEATHERSTONE J. D. B. (75), en 1987, démontrent que ces taches blanches peuvent se développer en 1 mois seulement après la pose de l'appareillage.

Causes :

- mauvaise élimination de la plaque (cause principale)
- excès de glucide et prédisposition particulière
- descellement de bague

Evolution (si les facteurs pathogènes persistent) :



- Rappels sur la lésion initiale de l'émail (qui sera revue dans le chapitre suivant) :

Selon TRILLER M. (1993, 100), la lésion initiale de l'émail est une lésion infra-clinique : dans ses premiers stades, elle ne peut être mis en évidence cliniquement.

Ce ne sont que dans des stades plus avancés, qu'un aspect crayeux de l'émail ou qu'une opacité blanchâtre, nommée « leucone précarieux » ou « white spot » apparaissent. Puis, du fait de la porosité de cet émail partiellement déminéralisé, des éléments exogènes colorés vont pénétrer, et la tache devient brunâtre.

Les toutes premières étapes de la déminéralisation de l'émail sont marquées par :

- la dislocation des cristaux d'hydroxyapatite superficiels.
- un élargissement des espaces intercristallins

Cela entraîne une augmentation de la porosité de l'émail, facilitant ainsi le passage des acides en profondeur.

Secondairement, se forme une lésion de sub-surface.

A ce stade, la lésion demeure **réversible** : elle peut se reminéraliser spontanément lorsque les facteurs pathogènes sont éliminés et /ou grâce à un traitement prophylactique (applications de fluor). Mais si les facteurs pathogènes persistent, la lésion devient cavitaire par effondrement de la zone de surface et nécessitera une thérapeutique restauratrice.

Avec les appareillages multiattache, ces lésions peuvent siéger sur toutes les faces des dents mais elles sont principalement observées au niveau des collets :

- soit sous les bagues, lorsque le ciment de scellement se délite et que les fluides buccaux s'infiltrent entre l'émail et le métal, sans possibilité de nettoyage.
- soit en périphérie des brackets

#### **- Sous les bagues**

Des traces de déminéralisation, qui ne se laissaient pas prévoir, sont souvent découvertes en fin de traitement, lors de la dépose des bagues.

Description :

Elles sont situées sous les bagues, le plus souvent au niveau des faces vestibulaires des molaires et des prémolaires.



**Figure 7** : Photographie d'une atteinte sévère d'une face vestibulaire de molaire mandibulaire (d'après un cliché de A. BENAUWT in TERK B., 1993, 96).

Causes :

- fonte du ciment à certains niveaux
- descellement non dépisté
- reconstitution défectueuse sous les bagues
- habitudes alimentaires défavorables (aliments collants)

Les caries sous les bagues au niveau molaire, sont également dues à la difficulté de brossage, à la diminution de l'auto-nettoyage gingivodentaire, à l'adaptation imprécise des bords de la bague.

En effet, selon YAFFI J., (1999, 113), le scellement d'un appareil orthodontique fait intervenir :

- deux aspects matériels :
  - la qualité du ciment
  - la qualité des bagues
- trois aspects techniques :
  - le choix du patient
  - la technique d'ajustement des bagues
  - la technique de spatulation du ciment

Enfin, selon TERK B. (1993, 96), « l'adaptation précise de la bague est recommandée mais elle est parfois insuffisante pour maintenir la protection du ciment, si les pressions et les chocs de la mastication sont très importants. »

Ainsi, les caries sous les bagues se situent fréquemment sur les faces vestibulaires des molaires mandibulaires qui supportent les forces de la mastication. Le ciment de scellement se fragmente puis se délite à cet endroit sans qu'il en soit forcément de même sur les autres faces de la dent.

Ce descellement partiel est difficile à détecter car la bague est retenue par ses autres faces, et peut passer inaperçu.

C'est pourquoi certains auteurs recommandent le rescellement à intervalle régulier, 6 mois à 1 an.

Le ciment de scellement verre-ionomère permet de résoudre ces difficultés. En effet, il présente de multiples avantages :

- il est moins friable que l'oxyphosphate
- il présente une bonne adhésion au métal et surtout à l'émail
- il libère du fluor, assurant ainsi une protection de la dent.

Son emploi marque donc un progrès essentiel qui a permis de diminuer la fréquence des zones déminéralisées sous les bagues (AKNIN J.J., 1996, 2).

#### **- Autour des attaches collées**

Les attaches collées, par elles-mêmes, constituent une protection de l'émail, car le procédé de collage, s'il est correctement mené, interdit la pénétration des fluides buccaux entre l'intrados du verrou et la dent.

L'atteinte ne peut survenir qu'à la périphérie de l'attache, qui, contrairement aux bagues, peut être surveillée.

Le tracé du mordançage persiste, autour des attaches collées, pendant 4 mois après l'application de l'acide. Ceci prédispose donc à l'apparition de taches blanches au niveau de cette zone préparée chez un patient sensible.

De plus, le joint périphérique, s'il prend une forme de bourrelet, crée des zones en contre-dépouille, permettant l'accumulation de la plaque, même en présence d'une hygiène correcte. Ce joint devrait avoir idéalement une forme en biseau aigu pour faciliter le passage du flux salivaire et du brossage.

Les ligatures, les boucles des arcs, la superposition d'auxiliaires sont des obstacles au nettoyage et favorisent la rétention des débris alimentaires.

Selon TERK B., (1993, 96), « malgré leur porosité, les anneaux d'élastomère sont à préférer aux ligatures métalliques, lorsque leur indication n'est pas indispensable. Les nouveaux alliages élastiques permettent de diminuer le nombre de boucles qui étaient nécessaires avec la technologie précédente, et favorisent l'action nettoyante de la brosse. »

Un parallélisme entre la mauvaise hygiène dentaire et le décollement plus fréquent des attaches a pu être observé, sans toutefois savoir si cela était dû à l'acidification de la plaque qui fragilisait la liaison émail- résine, ou au comportement négligent du patient.

Il est évident qu'une mauvaise coopération de la part du patient (élastiques et forces extra-orales mal portées, casse et descellements fréquents, mauvaise hygiène, rendez-vous manqués...) peut entraîner des résultats en fin de traitement éloigné de l'objectif recherché, dont des traces de déminéralisation irréversibles.

#### 1.6.2.3. Prophylaxie du risque carieux

Durant l'adolescence, en général, on peut observer une diminution de l'hygiène buccale.

De plus, les traitements orthodontiques par appareils multiattache s'accompagnent de modifications :

- diminution du pouvoir tampon de la salive.
- augmentation de la plaque dentaire
- évolution vers une flore plus cariogène

Ces modifications peuvent entraîner des inflammations gingivales et des déminéralisations importantes autour des attaches collées ou des bagues (leucomes, caries).

D'où la nécessité d'une prophylaxie.

Comme le soulignent BOUNOURE G.M. et al. (18), en 1994, le remplacement de procédures de scellement des bagues par celles du collage des attaches orthodontiques a permis de modifier grandement la topographie et l'extension des lésions carieuses (figure 8).



**Figure 8 :** Photographies de déminéralisations survenues sous les bagues au niveau incisif (TERK B., 1993, 96).

Des plages d'émail déminéralisé blanc, crayeux, telles que les orthodontistes pouvaient les redouter avant les techniques de collage, ont servi de voie d'entrée à la destruction de la structure amélaire.

Cependant, les premières voire les deuxièmes molaires sont la plupart du temps baguées et donc exposées à une période où elles sont encore très vulnérables. (ZACHRISSON B.U., 1975, 115).

De plus, le manque de maturation adamantine et le pouvoir tampon de la salive débordé par une hygiène bucco-dentaire imparfaite et un déséquilibre alimentaire, augmente le risque carieux.

La motivation à l'hygiène bucco-dentaire est la première étape dans la gestion de la prophylaxie.

Mais l'amélioration de la fréquence de brossage n'est pas une solution suffisante et ceci d'autant plus que le patient présente un risque élevé au départ (*Streptococcus mutans* > 100000 CFU) (CHAUVOIS L., 2002, 32).

Ainsi, FACCHETTI C., (2000, 44), propose un dépistage des patients à haut risque carieux à partir d'un prélèvement salivaire type Dentocult SM et LB, afin de pouvoir mettre en œuvre un traitement prophylactique approprié à la nature de leur flore buccale.

**CHAPITRE II**  
**MODE D'ACTION DES FLUORURES**  
**TOPIQUES**

Selon D. MUSTER (2001, 71), « en odontostomatologie, on désigne sous le nom de **topiques** des médicaments destinés à agir localement par voie externe sur les tissus mous (peau, muqueuses) ou durs (émail, dentine) de la sphère oro-faciale.

Les topiques sont composés d'un ou plusieurs principes actifs incorporés à un excipient destiné à assurer leur maintien sur la surface traitée et / ou à favoriser leur pénétration locale. »

Leur action au niveau des zones atteintes est immédiate. Cependant, leur contact au niveau des zones cibles est limité dans le temps, d'où un renouvellement de leur application nécessaire.

Leurs formes pharmaceutiques sont variées : dentifrice, bains de bouche, gels, vernis, solutions, gommes à mâcher, dispositifs à libération contrôlée.

Le **fluorure** est la forme pharmacologiquement active du fluor. Ainsi, le terme fluor est souvent utilisé par abus de langage à la place de fluorure. (DROZ D., 2002, 41)

Le fluor peut être administré par voie systémique (eau, comprimés, sel...) ou par voie topique (dentifrice, bain de bouche...).

- **La voie systémique ou générale** a pour but l'incorporation du fluor aux tissus dentaires pendant leur formation. Elle fait intervenir des phénomènes relatifs au métabolisme du fluor dans l'organisme : absorption, diffusion du fluor véhiculé dans les fluides biologiques jusque dans les tissus minéralisés (squelette et dents en voie de minéralisation) où il est capté, en raison de sa très grande affinité pour le calcium.

L'action prophylactique du fluor par voie systémique sera donc essentiellement efficace pendant la période d'élaboration des germes dentaires.

- **La voie topique ou locale** fait appel à des interactions entre le fluor et les surfaces dentaires et leur environnement. La voie topique intervient donc lorsque les dents ont fait leur éruption.

Cependant, ces deux voies d'action ne sont pas totalement indépendantes l'une de l'autre.

En effet, des produits administrés par voie orale à des fins systémiques (comprimés par exemple), auront une certaine action topique du fait de leur transit intra-buccal même si celui-ci est bref.

De plus, une partie du fluor ingéré est excrétée au niveau des glandes salivaires et libérée dans la cavité buccale, ce qui entraîne une action topique secondaire.

Inversement, des produits à action topique, lorsqu'ils sont partiellement ingérés, surtout chez le très jeune enfant, seront véhiculés par la voie systémique.

## **2.1. Hygiène**

Des diminutions du risque carieux ont été rapportées chez des patients ayant une mauvaise hygiène mais utilisant des suppléments fluorurés.

ALEXANDER S.A. et RIPA L.W . (2000,4), ont remarqué que, pour les patients présentant une hygiène insuffisante pendant le traitement orthodontique mais qui respectaient le programme fluoruré (bain de bouche ou gel fluoruré), l'incidence des lésions blanches était significativement réduite.

Ils expliquent cela par le mécanisme d'action du fluor.

L'ion fluorure n'est pas seulement responsable de la réduction de la solubilité et de la reminéralisation de l'émail, il agit également de manière synergique à l'intérieur du réservoir constitué par la plaque, où il est présent dans des concentrations plus importantes que dans la salive.

## **2.2. Salive**

### **2.2.1. Clairance salivaire du fluor**

Selon le dictionnaire « Robert », la clairance est un coefficient d'épuration, correspondant à l'aptitude d'un tissu, d'un organe, à éliminer une substance d'un fluide organique.

Selon TRILLER M. et al., (1992, 101) la clairance salivaire du fluor englobe :

- le fluor de la voie systémique excrété par les glandes salivaires principales et annexes
- le fluor issu de l'exsudat du fluide gingival provenant lui aussi de la voie systémique mais aussi :
- le fluor qui transite au sein de la cavité buccale et qui est véhiculé avec le flux salivaire (voie systémique ou locale).

Cependant l'excrétion salivaire et la diffusion à partir du fluide gingival, du fluor ingéré et véhiculé par la voie systémique, est extrêmement faible.

Ainsi, le retour à la cavité buccale par le biais des excréptions salivaires et du fluide gingival ne peut pas, en raison des doses minimes de fluor excrété, exercer une action topique valable.

La salive n'est pas en contact direct avec l'émail. Les fluorures doivent d'abord diffuser à travers la couche de plaque. Ce processus de diffusion est très rapide et la plaque, comme la salive, sont considérées comme des réservoirs de fluorures à partir desquels la surface de l'émail peut puiser les fluorures, ce réservoir étant alimenté par les applications topiques.

Dès que le pH baisse, une partie des fluorures combinés sous forme de HF va diffuser rapidement dans l'émail dentaire, en même temps que les acides produits.

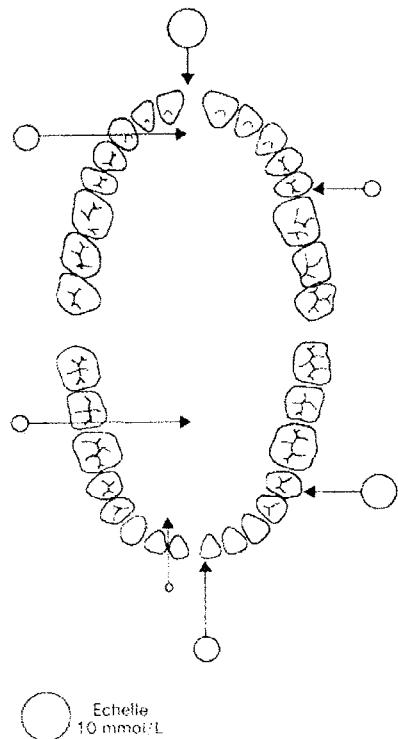
Dans la cavité buccale, la clairance salivaire du fluor varie en fonction du site (VOGEL G.L. et al., 1992, 107).

De plus, la cinétique de la diffusion du fluor au sein des fluides buccaux est soumise à des variations individuelles et temporelles.

Il semblerait que les variations de cette clairance selon le site, soient liées à la localisation des sites excréteurs des glandes salivaires, le flux salivaire chassant les éléments sur son passage. La clairance est plus rapide dans les zones linguales (plus particulièrement au niveau de la zone sublinguale) que dans les zones vestibulaires.

Ainsi, si la concentration de fluor est identique dans toute la cavité buccale immédiatement après un bain de bouche fluoré, 5 minutes après, la concentration de fluor varie de site à site (figure 9).

Le site se situant au niveau des incisives centrales supérieures montre la plus faible clairance (VOGEL G.L. et al., 1992, 107).



**Figure 9 :** Concentrations de fluor dans la salive prélevée dans différents sites de la cavité buccale 5 minutes après un bain de bouche avec 20 ml d'une solution de 25 mmol /l de NaF  
D'après DAWES C., WEATHERELL J. A. (in TRILLER M. et al., 1992, 101).

De plus, la clairance salivaire du fluor dépend de la nature du produit fluoré. Ainsi, après la dissolution passive d'une tablette fluorée, la concentration en fluor la plus importante se situe sur le site de dissolution de la tablette.

### 2.2.2. Concentration en fluor de la salive après utilisation de produits topiques fluorurés.

La concentration de fluor dans la salive peut être maintenue à un niveau thérapeutique optimal, c'est-à-dire à environ à 0,1 ppm, par l'utilisation régulière de produits fluorurés topiques domestiques.

La combinaison dentifrice (1250 ppm F) et bain de bouche (250 ppm F) aux **fluorures d'amines** entraîne de plus importantes concentrations salivaires en fluor que l'utilisation d'un dentifrice au Na MFP (1250 ppm F), ou d'un dentifrice aux AmF (1250 ppm F), ou encore que la combinaison dentifrice NaMFP (1250 ppm F) et vernis au Na MFP (1250 ppm F). (CAMPUS et al., 2003, 29).

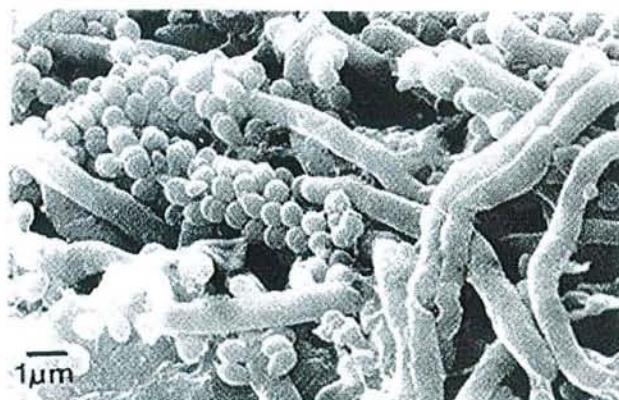
Il est intéressant de mentionner que les amines fluorurées augmentent la sécrétion salivaire lorsqu'elles sont comparées au monofluorophosphate (ENGEL N. et al., 1996, 42).

## 2.3. Bactéries

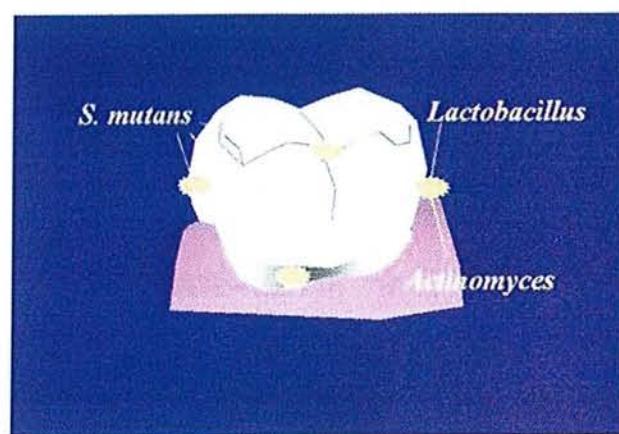
### **2.3.1. Fluor et plaque bactérienne**

#### 2.3.1.1. Généralités sur la plaque bactérienne :

La plaque bactérienne forme un écosystème complexe et dynamique, au contact du milieu buccal. Elle est constituée d'une masse dense de bactéries ( $10^{11}$  de cellules par gramme de plaque non déshydratée), d'espèces et de souches variées, en symbiose ou en compétition permanentes, adhérentes aux surfaces dentaires, incluses dans une matrice composée principalement de produits du métabolisme bactérien et d'éléments salivaires.



**Figure 10 :** vue de la plaque dentaire recouvrant la surface de l'émail en microscopie électronique à balayage (HAIKEL Y., 2001, 48).



**Figure 11:** Sites de colonisation bactérienne (RILLIARD F. et al., 2000, 82).

Certaines espèces telles que *S. Mutans*, *S. Sobrinus* et *Lactobacillus*, identifiables dans ce biofilm, sont cariogènes et constituent des espèces colonisatrices primaires des surfaces dentaires par interaction avec des molécules d'origine salivaire.

La colonisation initiale des surfaces dentaires par les bactéries cariogènes est une étape saccharose-indépendante au cours de laquelle les micro-organismes se fixent sur la pellicule exogène acquise, constituée principalement de glycoprotéines salivaires.

La seconde étape de la formation du biofilm est saccharose-dépendante. Grâce à leur équipement enzymatique en glucosyltransférases, les bactéries cariogènes élaborent des polysaccharides extracellulaires incorporés dans la matrice interbactérienne de ce biofilm.

(HAIKEL Y., 2001, 48)

La valeur du pH de la plaque bactérienne est dépendante de nombreux facteurs :

- composition microbienne de la plaque
- apports nutritifs
- flux et la composition salivaire
- pathologie carieuse éventuelle de l'hôte (TRILLER M. et al., 1992, 101).

Les valeurs du pH de la plaque bactérienne peuvent varier de 4,0 dans des sites tels que les sillons ou les lésions carieuses, après une phase active de glycolyse, à des valeurs de 8,7 pendant les périodes de sommeil où le flux salivaire est minimal (HAMILTON I.R. et al., 1996, 50).

Ces variations de pH sont en partie responsables du potentiel cariogène de la plaque bactérienne.

#### 2.3.1.2. Concentration et provenance du fluor contenu dans la plaque bactérienne :

Le fluor, présent dans les fluides de la cavité buccale, peut s'accumuler dans la plaque bactérienne. Sa concentration y est généralement plus importante qu'au niveau de la salive. L'évaluation précise du taux de fluor dans la plaque bactérienne est difficile, la limite de détection des techniques de mesure étant souvent supérieure à la valeur du taux recherché. Les valeurs suivantes doivent donc être considérées comme approximatives.

Ainsi, selon TRILLER M. et al., (1992, 101), il existe une corrélation positive entre la teneur en fluor de l'eau de boisson et le taux de fluor au sein de la plaque bactérienne. (cf. tableau ci-dessous)

| Population étudiée                                | Taux de fluor en mg/poids de la plaque bactérienne non déshydratée |
|---|--|
| Sujets consommant de l'eau de boisson peu fluorée | 5 à 10 mg F/kg   |
| Sujets consommant une eau de boisson à 1 ppmF     | $20,2 \pm 18$ mg F/kg  |
| Sujets consommant une eau de boisson à 2 ppmF     | $111,7 \pm 14,9$ mg F/kg   |

**Tableau 1 :** Taux de fluor en mg F/kg de la plaque bactérienne non déshydratée en fonction de la teneur en fluor de l'eau de boisson (TRILLER M. et al., 1992, 101).

Il existe aussi une corrélation proportionnelle entre le taux de fluor dans la plaque bactérienne et le temps d'exposition à l'eau fluorée

Les thérapeutiques fluorées augmentent également la teneur en fluor de la plaque bactérienne. La concentration de fluor dans la plaque bactérienne est donc fonction de l'apport de fluor par l'eau de boisson, les aliments, les thérapeutiques fluorées, mais aussi du volume de la plaque, du pH de l'environnement, et du site de prélèvement de la plaque.

#### 2.3.1.3. Distribution du fluor dans la plaque dentaire :

(d'après HAMILTON I. R., BOWDEN G. H. W., 1996, 50).

Il est admis qu'il y a deux pools essentiels de fluor dans la plaque bactérienne :

- l'un sous forme de fluor ionisé : ions F<sup>-</sup> « libres »
- l'autre sous forme de fluor « lié ».

|                            | Fraction d'ions F <sup>-</sup> libres     | Fraction de fluor lié               |  |
|----------------------------|---|-------------------------------------|--|
| Situation                  | Fluide matriciel de la plaque bactérienne | Intrabactérienne                    |  |
| Pourcentage du fluor total | Moins de 1%                               | Fraction ionisable : liaison faible | Fraction non ionisable : liaison forte |
|                            |   | 15 à 75%                            | Environ 50%                            |

**Tableau 2 :** distribution du fluor dans la plaque dentaire (d'après HAMILTON I. R., BOWDEN G. H. W., 1996, 50).

Il semble que la fraction de fluor lié « ionisable » soit la fraction susceptible d'inhiber le métabolisme bactérien, car cette fraction et le taux d'inhibition du métabolisme bactérien augmentent proportionnellement avec la concentration de fluor externe.

Du fluorure de calcium peut également se former dans la matrice de la plaque bactérienne, au cours des applications topiques de produits fluorés. Ce fluorure de calcium est stabilisé, à pH neutre, en présence de phosphates et de protéines salivaires. Il peut être retenu dans la plaque pendant des périodes relativement importantes et libérer progressivement du fluor.

Comme le montre le tableau ci-dessus, la fraction de fluor lié de la plaque bactérienne est intra-cellulaire. L'incorporation du fluor dans la bactérie est dépendante du pH : elle est maximale à pH acide avec des concentrations de 250 µg F/l du milieu de culture (HAMILTON I. R., BOWDEN G. H. W., 1996, 50).

Généralement, la fraction liée non ionisable, est saturée, par un processus rapide, à de faibles concentrations de fluor : 1 à 2 µg F/ml du milieu de culture.

La fixation de fluor est observée au niveau des souches bactériennes fluor-sensibles mais aussi au niveau de celles qui sont fluor-insensibles.

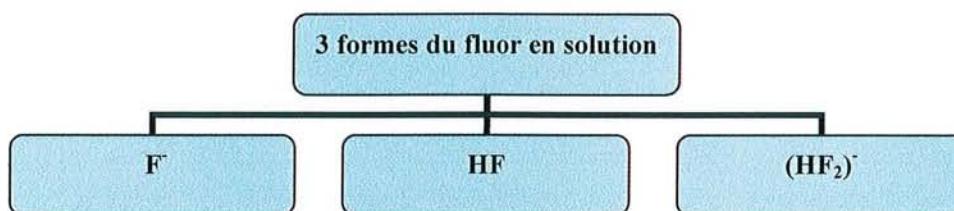
Cependant, le taux de liaison du fluor à la bactérie varie en fonction des espèces bactériennes : ainsi, le taux de liaison est élevé chez certaines souches de *Streptococcus mutans* et *Staphylococcus aureus* alors qu'il est faible chez certaines souches d'*Actinomyces*.

Le fluor passe dans la bactérie sous forme de HF.

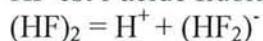
Rappel :

Le fluor en solution est un acide relativement faible.

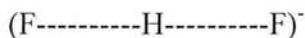
Il peut se présenter sous trois formes : F<sup>-</sup>, HF, (HF<sub>2</sub>)<sup>-</sup>.



HF est l'acide fluorhydrique.



(HF<sub>2</sub>)<sup>-</sup> est un anion conjugué qui, théoriquement, devrait s'appeler le difluorohydure. En effet, un atome d'hydrogène est coordonné à deux fluorures.



Il est communément appelé « **bifluorure** »



La dissociation de HF en H<sup>+</sup> et F<sup>-</sup> a un pKi de 3,45.

Donc :

- à des valeurs de pH > 5, plus de 98% du fluor libre est ionisé, 1,4% est sous forme de HF.
- à pH = 4, 12% du fluor sous forme HF.
- si le pH < 4, le pourcentage de la forme HF augmente encore.

Le pH de la plaque bactérienne conditionne ainsi les pourcentages des différentes formes de fluor dans le milieu externe de la bactérie.

Toute baisse de pH de la plaque bactérienne entraîne l'accumulation de fluor, sous forme de HF. Or le fluor passe dans la bactérie sous forme de HF.

Toute baisse du pH de la plaque bactérienne, - au cours du métabolisme des glucides par les bactéries par exemple -, favorise donc le passage transmembranaire du fluor sous forme de HF, dans la bactérie.

## 2.3.2. Effets du fluor sur les bactéries

### 2.3.2.1. Facteurs influençant les effets toxiques du fluor sur les bactéries

Le fluorure peut avoir un potentiel d'effet bactéricide ou bactériostatique sur les bactéries cariogènes de la plaque dentaire.

En effet, *in vitro*, le fluor est毒ique pour la plupart des bactéries de la cavité buccale.

Cette toxicité se manifeste à des degrés différents, soit par :

- la mort bactérienne
- un ralentissement de la croissance bactérienne
- ou une inhibition du métabolisme de la bactérie.

Différents facteurs permettent d'expliquer ces différences de réaction des bactéries en présence de fluor :

- le degré de résistance naturelle de la bactérie au fluor : caractéristique spécifique à la bactérie, sous contrôle génétique. Par exemple, *Streptococcus mutans* est 20 à 40 fois plus sensible au fluor (NaF) que *Lactobacillus casei*, et 7 fois plus sensible que certaines espèces d'*Actinomyces*.

Les *Lactobacillus* ont une résistance naturelle au fluor, ce qui leur permet de proliférer en présence d'une concentration importante de fluor.

De plus, les espèces qui ne métabolisent pas les glucides comme *Veillonella*, sont également résistantes naturellement au fluor.

- le taux de concentration du fluor dans le milieu de culture : des concentrations de 100 à 200 µg F/ml (NaF) du milieu de culture inhibent la croissance des Streptocoques de la cavité buccale. Mais il faut des concentrations 30 fois supérieures pour qu'elles soient bactéricides.

- le pH du milieu : une baisse de la valeur du pH augmente la sensibilité bactérienne au fluor.

- la présence éventuelle d'un ion métallique associé au fluorure : l'étain étant particulièrement toxique pour les bactéries orales, le fluorure d'étain est lui-même plus toxique pour *Streptococcus mutans* que le fluorure de sodium.

On ne connaît pas de façon précise le processus d'inhibition de la croissance bactérienne par le fluor. Il est vraisemblablement en relation avec l'inhibition du métabolisme énergétique et des activités de biosynthèse de la bactérie par le fluor.

Le fluor peut donc avoir une action sur la composition de la flore microbienne et/ou sur l'activité métabolique des micro-organismes.

*In vitro* également, des études ont montré l'adaptation progressive des bactéries à des concentrations importantes de fluor, qu'elles soient sensibles ou peu sensibles naturellement au fluor. Fort heureusement, cette adaptation est phénotypique : elle disparaît avec l'absence de fluor.

Les études *in vivo* confirment les résultats des analyses *in vitro*.

Enfin, HAMILTON et al., (1996, 50) ont montré que les concentrations de fluor de la plaque bactérienne, au cours des thérapeutiques fluorées telles que les gels, bains de bouche,

dentifrices à haute teneur en fluor, peuvent être suffisantes, principalement dans les conditions de pH acide, pour inhiber le métabolisme, et donc la croissance bactérienne. Les thérapeutiques fluorées, ont donc un effet cariostatique.

Par contre, chez les sujets ne recevant pas de thérapeutique fluorée, la valeur moyenne des concentrations de fluor dans la plaque bactérienne n'est pas suffisante pour induire une modification de la population microbienne de la plaque supra-gingivale.

### 2.3.2.2. Fluor et métabolisme bactérien

Le fluor a un effet inhibiteur sur des processus enzymatiques :

#### **- Glycolyse (effet direct)**

La glycolyse est un élément essentiel du potentiel cariogène de la plaque dentaire.

En effet, le produit final de la glycolyse bactérienne est constitué d'acides. Ces acides sont responsables de la baisse de pH de la plaque bactérienne, observée lors du catabolisme des glucides et en particulier, du saccharose, et donc de la déminéralisation de la surface de l'émail sous-jacent. Ils peuvent également favoriser la prolifération des bactéries cariogènes aciduriques, donc déséquilibrer l'écosystème de la plaque bactérienne associée à l'émail sain. Or, le fluor inhibe l'activité enzymatique de l'énolase qui intervient lors de la glycolyse, ce qui se traduit rapidement par une réduction de la production d'acides et donc une diminution du potentiel cariogène, mais aussi par une diminution de l'ATP, métabolite clé de nombreux processus cellulaires.

#### **- Transport intrabactérien des glucides**

Le métabolisme des glucides par la bactérie cariogène implique leur transport intra-bactérien. Celui-ci repose sur divers mécanismes plus ou moins fluor-sensibles.

- Système de la phosphotransférase : (effet indirect)

L'inhibition de l'énolase par le fluor a un effet secondaire indirect sur ce système, entraînant une inhibition du glucose-6-P, produit des réactions phosphotransférases.

- Système Force Proton Motrice : (effet indirect)

L'énergie de gradients protoniques électrochimiques, induits à travers la membrane cellulaire, permet le transport de métabolites dans les bactéries. Le fluor pourra interférer avec ce système, puisque le passage de HF dans la bactérie est suivie de sa dissociation en  $H^+$  et  $F^-$ .

- Système proton-pompe ATPase : (effet direct)

Le fluor inhibe l' $H^+$  ATPase, et déstabilise donc le pH cytoplasmique de la bactérie.

Cette déstabilisation du pH cytoplasmique constitue un des aspects essentiels du rôle antimicrobien du fluor, car elle perturbe le métabolisme bactérien ainsi que le gradient de pH transmembranaire donc le transport des glucides associé au gradient protonique.

A noter le rôle du  $K^+$  dans le métabolisme bactérien des glucides, en présence de fluor, particulièrement dans un environnement acide. Le fluor réduit le contenu cellulaire en  $K^+$  et en phosphate inorganique. Le flux d'ions  $K^+$  hors de la bactérie, est accompagné de l'inhibition de la production acide et l'incorporation du fluor, suivie de son rejet immédiat dans le milieu externe.

L'adjonction de  $K^+$  au milieu de culture d'une bactérie réduit l'inhibition par le fluor et augmente la glycolyse bactérienne. L'ion  $K^+$  est en effet essentiel pour l'établissement du gradient de pH.

Ainsi, la réduction de la croissance et du métabolisme bactériens en milieu acide par le fluor, est liée à la perte du  $K^+$  cellulaire, et à l'acidification du cytoplasme.

#### - Biosynthèse de macromolécules

Le rôle spécifique du fluor sur la biosynthèse des macromolécules n'est pas clairement défini.

Cependant, il est admis que le fluor inhibe l'incorporation de glycérol exogène à l'**acide lipotéichoïque**, acide qui participe à la stabilité de la membrane et à l'adhésion de *S. Mutans* à l'hydroxyapatite.

Le fluor augmente le turn-over des peptidoglycanes, ce qui se traduit par une réduction de cette macromolécule dans la cellule bactérienne. Cette réduction peut entraîner une lyse cellulaire totale ou partielle en fonction de l'espèce bactérienne.

Enfin, le rôle du fluor sur la synthèse de polymères glucidiques par les streptocoques de la cavité buccale a été particulièrement étudié.

En effet, il existe une relation entre les caries dentaires et la présence dans la plaque bactérienne de bactéries (*Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Actinomyces*), capables de synthétiser des polysaccharides intracellulaires type glycogène. Cette synthèse de glycogène saccharose dépendante fournit des réserves d'énergie.

D'autre part, la lente dégradation du glycogène par les enzymes bactériennes aboutit à la formation d'acides qui participent au maintien d'un pH acide au sein de la plaque bactérienne et donc au potentiel cariogène de la plaque.

Il semble actuellement admis que l'enzyme impliquée dans la synthèse et la dégradation du glycogène n'est pas inhibée par le fluor.

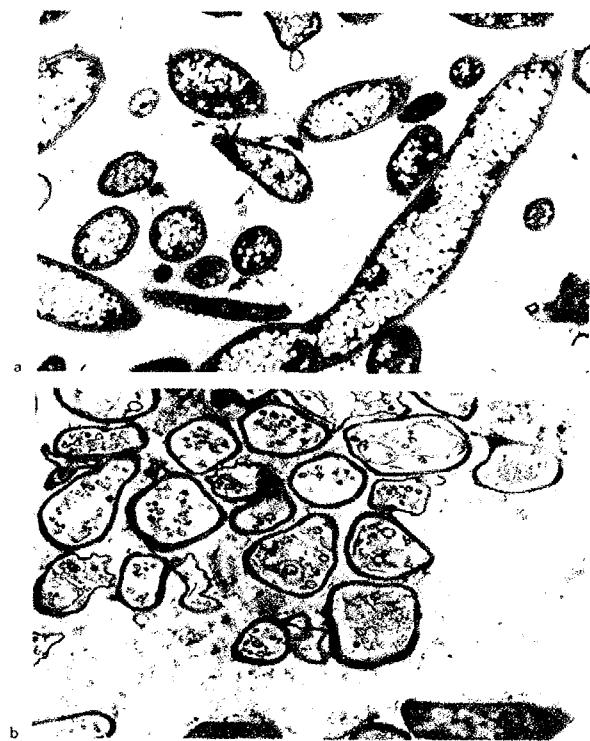
L'inhibition apparente du glycogène (figure 12) résulte vraisemblablement d'un effet indirect du fluor, en relation avec la non disponibilité d'ATP et de glucose-6-P induites par le fluor.

#### - Métaalloenzymes

Le fluor inhibe des métalloenzymes, telles que : la phosphatase, la pyrophosphatase, la phosphorylase. L'activité de ces enzymes est  $Mg^{2+}$  dépendante. En général, les enzymes  $Mg^{2+}$  dépendantes sont fluor-sensibles.

Cependant, la valeur du pH peut interférer dans le mécanisme d'inhibition enzymatique par le fluor. Ainsi, la phosphatase alcaline n'est pas inhibée par le fluor, contrairement à la phosphatase acide.

Lors de la déminéralisation carieuse, les phosphatases acides, liées à la membrane des *Streptococcus mutans* sont activées à pH acide, et hydrolysent le phosphate matriciel de l'émail. Le phosphate de l'émail peut être absorbé par les bactéries colonisant la surface dentaire. Le fluor, en inhibant la phosphatase acide, mais aussi en induisant un flux de phosphate hors de la bactérie, peut participer ainsi à la reminéralisation de la surface de l'émail.



**Figure 12:** a) Plaque bactérienne dentaire (M.E.T.  $\times 15\,000$ ) : accumulation de vésicules de glycogènes dans le cytoplasme des bactéries cariogènes.

b) Plaque bactérienne prélevée chez le même sujet après une application quotidienne de gel fluoruré pendant une semaine (M.E.T.  $\times 15\,000$ ) : dégénérescence des bactéries au fluor (TRILLER M., 1993, 101).

### 2.3.2.3. Fluor et colonisation bactérienne

La colonisation initiale des surfaces dentaires par les bactéries cariogènes se fait par une étape au cours de laquelle les micro-organismes se fixent sur la pellicule exogène acquise, constituée principalement par l'adsorption des glycoprotéines salivaires sur la surface de l'émail.

Or, la fluoruration de l'émail semble diminuer la formation de la pellicule exogène acquise, par l'instauration d'un phénomène de compétition entre l'absorption des protéines salivaires et celle des ions fluorures (MUSTER D., 2001, 71), (BRECX M., 1997, 26).

Ainsi, le fluor a un effet inhibiteur sur l'adsorption des protéines acides à la surface de l'apatite, entraînant une réduction de l'accumulation de la plaque dentaire.

### **2.3.3. Conclusion**

La concentration de fluor dans les bactéries est plus importante que celle du milieu externe. Elle est proportionnelle à la concentration du fluor de l'eau de boisson et celles des thérapeutiques fluorées locales, ainsi qu'au laps de temps et à la fréquence de l'exposition des bactéries au fluor.

La concentration de fluor au niveau de la plaque bactérienne n'atteint généralement pas une valeur suffisante pour éliminer une population microbienne de la plaque. Cependant, en modifiant le métabolisme bactérien, elle peut ralentir la croissance des bactéries.

TRILLER M., (101) écrit : « le fluor, par son action directe ou indirecte, d'une part sur les processus de transport et d'incorporation intrabactériens des glucides, et d'autre part sur la glycolyse bactérienne, réduit la production d'acides par les bactéries cariogènes de la plaque, qu'elles soient sensibles au fluor ou peu sensibles génétiquement ou par adaptation. C'est la fonction « clé », antibactérienne du fluor dans tout plan de prévention des caries dentaires. »

« Cette réduction de la baisse du pH de la plaque bactérienne favorise la stabilisation de la surface d'émail adjacente, élément essentiel de l'écosystème bactérien, et inhibe la prolifération des bactéries acide-tolérantes cariogènes, assurant ainsi l'homéostasie de la population microbienne associée à l'émail indemne de carie. »

Cependant, pour être efficaces, les applications de thérapeutiques fluorurées doivent être répétées et fréquentes. En effet, ce rôle antibactérien du fluor est fonction non seulement de la concentration des apports fluorés, mais également de leur fréquence.

Il est également intéressant de noter qu'en clinique humaine, la plaque bactérienne de sujets indemnes de carie présente une concentration en fluor plus importante que celle des sujets présentant des lésions carieuses. Ce qui confirme la participation des propriétés antibactériennes du fluor au potentiel anti-cariogène.

## **2.4. Parodonte**

### **2.4.1. Caractéristiques physiologiques de la muqueuse buccale**

Du fait des traumatismes liés à la mastication par exemple, les cellules épithéliales sont en renouvellement constant.

Une couche de mucus protecteur et lubrifiant recouvre généralement la muqueuse buccale. Celle-ci est en permanence très humide. En effet, la muqueuse buccale présente la même perméabilité que la peau totalement hydratée.

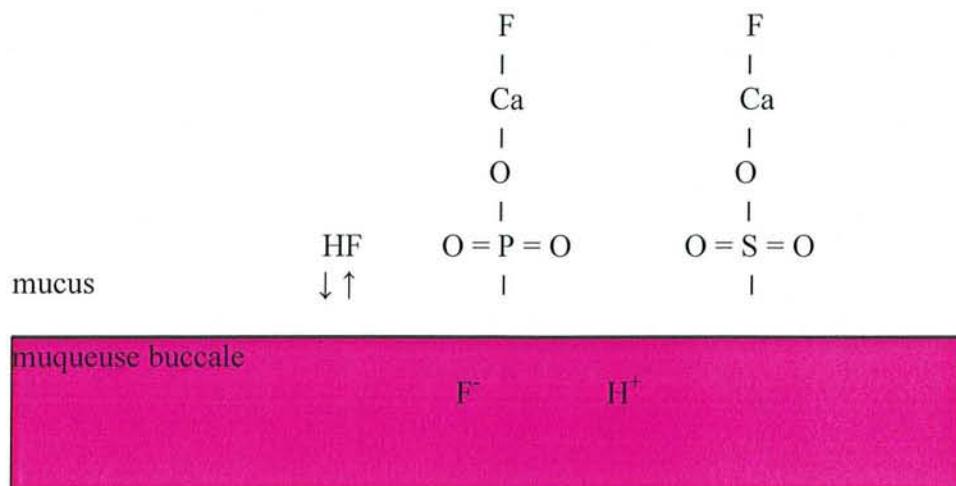
### **2.4.2. Les réservoirs de fluorures dans ou à la surface des tissus mous**

La largeur de l'espace intercellulaire permet le passage d'ions et de petites molécules, vraisemblablement selon un mécanisme de **simple diffusion**. La vitesse de pénétration dépend du degré d'ionisation et du pH (D. MUSTER 2001, 71).

En effet, les fluorures peuvent être « incorporés » aux tissus mous. Cette forme d'absorption est dépendante du pH. Les fluorures sous forme acide (HF, fluorure d'hydrogène), pénètrent plus facilement dans les tissus mous.

Ils peuvent également se fixer aux tissus via le mécanisme des **ponts calcium**.

Le tissu conjonctif présente en surface surtout des groupes carboxyles et sulfates chargés négativement. Le calcium, très présent dans la salive, permet donc de fixer les fluorures (figure 13).



**Figure 13 :** Les réservoirs de fluorures dans ou à la surface des tissus mous (d'après un schéma de PERRIER-DUTOUR M., 2000, 79).

Les fluorures incorporés aux tissus mous ne représentent certainement pas la source la plus importante de fluor mais ils peuvent avoir néanmoins une influence sur la concentration en fluorures dans la salive, après un rinçage, par exemple (SJOGREN K., 2001, 91).

Ainsi, ZERO D. T. et al., (1992, 116), en comparant la teneur en fluor de sujets dentés et édentés, a établi l'importance des tissus mous en tant que sites de fixation majeurs du fluor au niveau de la cavité buccale.

## 2.5. Email

### 2.5.1. Rappels des propriétés physicochimiques de l'email

L'email est une structure minéralisée d'origine épithéliale qui forme un recouvrement protecteur au niveau de la couronne des dents.

« La cellule responsable de la formation de l'email étant détruite lors de l'éruption de la dent dans la cavité buccale, l'email ne peut se régénérer en cas d'altération. Tout au plus peut-il bénéficier de précipitation de phosphate et de calcium d'origine salivaire ou exogène. Afin de compenser cette limitation inhérente, l'email est doté d'une organisation complexe et d'un taux de minéralisation très élevé qui en fait la structure la plus dure du corps. » (NANCI A., GOLDBERG M., 2001, 72)

Les propriétés physiques de l'email dépendent de sa très forte teneur en éléments minéraux. L'email est dur : n°7 dans l'échelle de Moss, entre la topaze et l'apatite pure. Mais, il est vulnérable à l'attaque acide.

Son épaisseur, maximale dans la zone occlusale, diminue progressivement au fur et à mesure que l'on se rapproche du collet de la dent.

Débarrassée de tous les dépôts organiques d'origine exogène, la surface de l'email est lisse et brillante. La perte de ce caractère brillant et la présence d'une opacité blanchâtre signent une altération précoce de l'email.

Composition de l'émail mature humain, en poids et en volume : (NANCI A., GOLDBERG M., 2001, 72)

| Principaux constituants | Pourcentages en poids | Pourcentage en volume |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Phase minérale          | 96%                   | 87-91%                |
| Phase organique         | 0,4%                  | 2%                    |
| Phase aqueuse           | 3,6%                  | 7-11%                 |

**Tableau 3 :** Principaux constituants de l'émail mature humain en poids et en volume (NANCI A., GOLDBERG M., 2001, 72).

L'émail a une organisation tridimensionnelle complexe.

L'émail mature est essentiellement minéralisé.

L'hydroxyapatite, est le principal **composant inorganique** de l'émail. C'est un phosphate de calcium. Il se présente sous forme cristalline. L'unité cristalline élémentaire a pour formule :  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . Le monocrystal d'hydroxyapatite est le module le plus élémentaire des cristallites. Ses axes a et b sont égaux et évalués à 9,4 Å, pour un axe c mesurant 6,9 Å. Ces monocristaux sont empilés horizontalement et verticalement. L'ensemble constitue un cristallite.

D'autres éléments que le calcium et le phosphate interviennent dans la composition minérale de l'émail : sodium, potassium, magnésium, chlore, zinc, fluorure. L'ensemble des éléments connus ont pu être identifiés dans l'émail dentaire sous la forme d'éléments-traces (de l'ordre du millionième), à l'exception de quelques éléments de la famille des lanthanides, métaux rares, qui en sont absents.

L'ion fluorure peut s'incorporer à la maille cristalline par substitution avec les ions OH ou par les liaisons OH-F.

**Le matériel organique** correspond à la matrice au sein de laquelle les cristaux d'hydroxyapatite se sont formés durant la genèse de l'émail. La majorité de la matrice est dégradée et réabsorbée par les améloblastes lors de la phase de maturation. Il reste cependant une faible quantité qui se localise dans les espaces intercristallins. Elle est constituée :

- de protéines : énamélines et phosphoprotéines
- de lipides : phospholipides et phosphoprotéolipides.

#### Perméabilité de l'émail :

Des expériences réalisées avec des colorants ont démontré une pénétration préférentielle des molécules de colorant le long des régions interprismatiques. En effet, le transport des ions dans les régions interprismatiques est plus facile qu'à travers les prismes.

Les ions fluorures influencent la perméabilité dans les zones interprismatiques.

«L'hydroxyapatite est cristallographiquement isomorphe avec la fluoroapatite. L'apatite de l'émail est une apatite dite déficiente, c'est-à-dire qu'un certain nombre d'ions sont absents de certains sites du réseau, sans autres effets structuraux. » (MUSTER D., 2001, 71)

Les ions fluor pénètrent la couche d'hydratation (couche d'eau fortement liée enveloppant le cristal d'apatite et réalisant un milieu d'échange ionique) et peuvent même être incorporés dans la surface du cristal ou pénétrer plus profondément la structure du cristal.

Le fluor se combine au phosphate de calcium par des échanges iso- et hétéro-ioniques, formant ainsi une fluoroapatite bien cristallisée et moins soluble que l'hydroxyapatite. Les fluorures permettent donc de diminuer la solubilité de l'email dans un milieu acide.

Il n'est cependant pas nécessaire de substituer tous les groupements hydroxyles : même une apatite partiellement substituée serait plus stable.

Changements au cours du vieillissement : (NANCI A., GOLDBERG M., 2001, 72)

Au cours du vieillissement, des changements se produisent dans l'email, en particulier :

- une réduction de sa perméabilité,
- une augmentation de la concentration de fluorures à la surface.

### **2.5.2. Comparaison entre le mode d'action topique et le mode d'action systémique**

Le rôle du fluor topique n'est plus à démontrer.

Mais il est difficile de dissocier :

- le rôle du fluor « pré-éruptif », c'est-à-dire le fluor ingéré pendant l'amélogénèse, qui s'incorpore dans les structures de l'email en formation en créant un gradient de concentration de fluor depuis la région interne de l'email jusqu'à la couche externe.

- du rôle du fluor du milieu buccal (fluor salivaire, fluor de l'eau de boisson, fluor des dentifrices ou autres topiques...), au contact de la surface de l'email, dès que la dent est sur l'arcade, et que la surface de l'email est soumise à une alternance permanente de déminéralisations et de reminéralisations, pouvant se traduire par une lésion carieuse initiale.

Toutes les enquêtes épidémiologiques démontrent que les enfants nés et élevés dans des régions où l'eau de boisson contient une dose optimale de fluor ont moins de caries que les enfants nés et élevés dans des régions où l'eau de boisson ne contient pas de fluor.

Or il est actuellement admis qu'en carioprophylaxie, le fluor « pré-éruptif » a un rôle moins important que le fluor du milieu buccal, qui par son action topique sur la surface de l'email, au cours de déminéralisation, favorise la reminéralisation .

Ainsi, le rôle cariostatique du fluor de l'eau de boisson résulterait, avant tout de son action topique.

En effet, « si pendant de nombreuses années, on a attribué un rôle essentiel au fluor « pré-éruptif », on lui attribue actuellement un rôle minime en carioprophylaxie. » (TRILLER M. et al., 1992, 101)

Bien que le fluor incorporé dans la structure cristalline de l'email, améliore sa cristallinité et sa stabilité, le rendant moins soluble dans les acides, il n'est pas synonyme de protection contre les caries.

De nombreuses études, illustrent ce fait :

- malgré de très fortes concentrations de fluor dans l'email de requin, constitué principalement de fluoroapatite pratiquement pure, des caries peuvent s'y développer sous la plaque bactérienne.

- *in vitro*, l'émail de bovin contenant 300 ppm de fluor se déminéralise très rapidement dans des solutions à pH 4,5, ne contenant pas de fluor. Mais cette déminéralisation est inhibée par l'adjonction de 30 ppm de fluor à la solution déminéralisante.
- Dans un modèle expérimental, il est démontré que la dissolution acide de l'apatite est contrôlée par la diffusion des ions à l'interface solide/liquide. Au cours des temps initiaux, le fluor accélère la dissolution entraînant l'accumulation à l'interface de calcium et de phosphate libérés, ce qui va secondairement réduire la dissolution de l'apatite. Ce modèle montre tout l'intérêt de l'effet cariostatique du fluor par application topique, l'essentiel des réactions physicochimiques se produisant à la surface de l'apatite. (HAIKEL Y. et al., 1993, 49)

En conclusion, le fluorure incorporé dans l'émail lors de l'amélogénèse joue un rôle « subalterne » par rapport au rôle essentiel du fluorure présent dans l'environnement de la dent au cours des cycles de déminéralisation / reminéralisation que la surface de l'émail subit en permanence. (BUXERAUD J., 2000, 27)

Une autre raison peut être invoquée pour encourager le mode d'action topique par rapport au mode systémique : celle d'une prévention présentant des **risques moindres de fluorose**. En effet, si la présence de fluor en quantité physiologique au cours de la formation de l'émail peut aider à améliorer la résistance de la couche entière de l'émail, des doses trop élevées peuvent cependant être toxiques pour les améloblastes et provoquer une fluorose caractérisée par un émail hypominéralisé.

Puisque l'émail est semi-perméable, l'application topique du fluor n'affecte que les cristaux en surface. Compte tenu que la carie initie son attaque à la surface de la dent, une teneur adéquate de fluor dans la couche superficielle de l'émail pourrait exercer une protection **sans les risques associés aux excès systémiques**. (NANCI A., GOLDBERG M., 2001, 72)

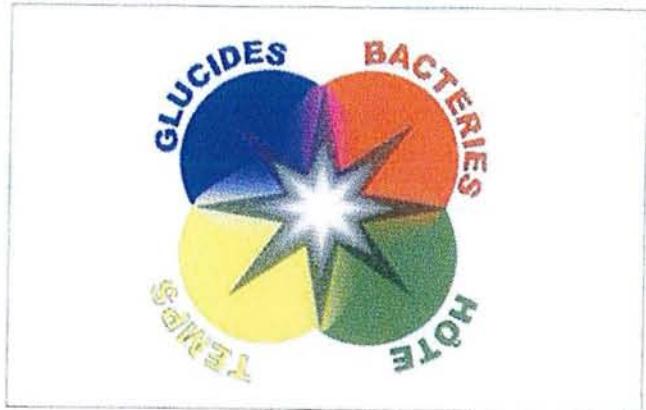
### **2.5.3. Action du fluor sur l'émail et la lésion carieuse.**

#### Etiopathogénie de la lésion carieuse :

La carie dentaire est considérée comme une maladie infectieuse non spécifique, liée à la présence, dans la plaque dentaire, des bactéries cariogènes qui colonisent la surface des dents. Ces bactéries cariogènes utilisent les glucides comme substrat pour adhérer à la surface dentaire et pour produire des acides organiques, notamment de l'acide lactique susceptible de dissoudre la fraction inorganique des dents.

Il s'agit là d'une triade constituée par la dent, la flore bactérienne et le substrat alimentaire dont l'interaction est nécessaire pour induire la carie dentaire.

Ces trois éléments baignent dans le milieu salivaire qui intervient, lui aussi, dans le processus carieux.



**Figure 14 :** Schéma de Keyes modifié (RILLIARD et al., 2000, 82).

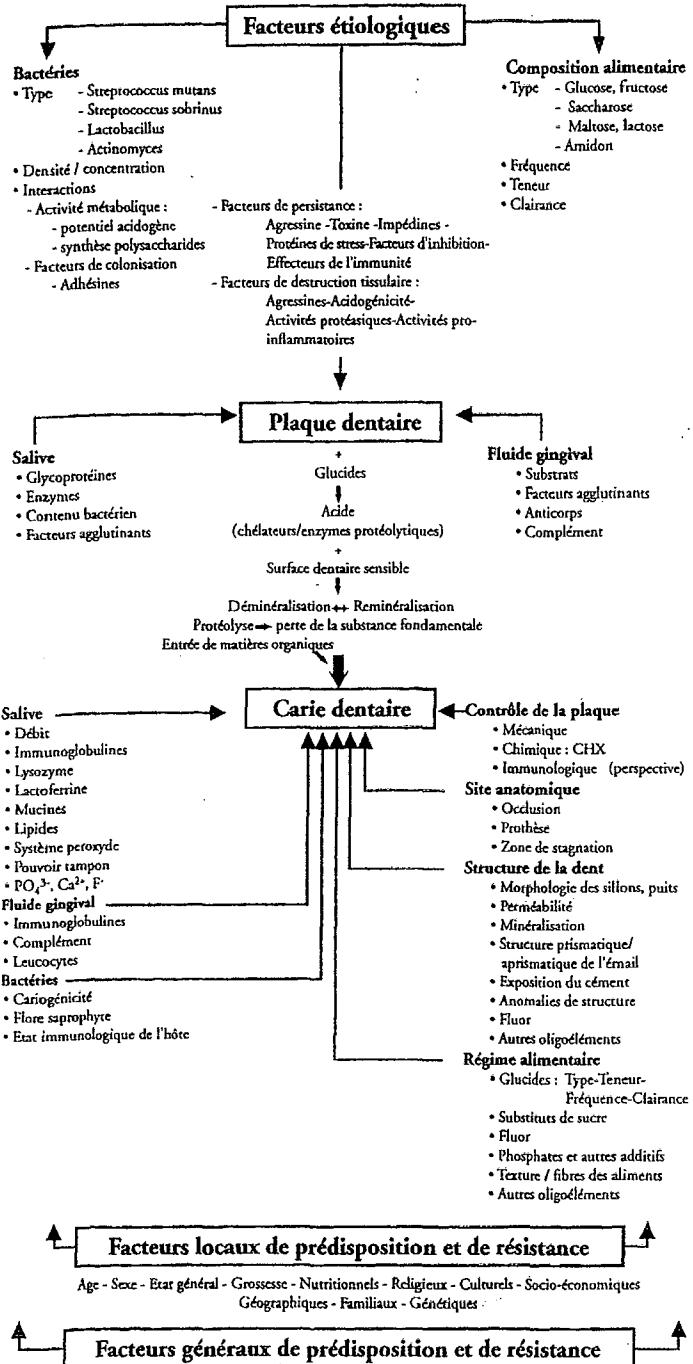
Selon RILLIARD F. (82), cette représentation synthétique « ne permet pas toutefois de décrire de manière exhaustive les facteurs, locaux et généraux, qui influencent la cario-vulnérabilité individuelle. La carie dentaire est en effet une maladie dont la pathogénie, censée décrire son origine et son développement, est avant tout caractérisée par sa multifactorialité. »

La carie dentaire est un processus dynamique avec des périodes de progression alternant avec des arrêts.

Comme toute maladie, l'évolution du processus carieux dépend de l'équilibre entre l'intensité des facteurs pathologiques et la réponse biologiques de défense. La multitude des facteurs influençant cet équilibre sont résumés dans la figure 14.

Il est également important de souligner que « les pathologies bucco-dentaires et leurs conséquences lésionnelles n'échappent pas à l'influence de changements : la pathogénie de la carie dentaire constitue ainsi une donnée évolutive impliquant un recadrage régulier et permanent adapté à de nouvelles situations cliniques. » (RILLIARD F. et al., 2000, 82)

Ainsi, les traitements orthodontiques créent-ils une nouvelle situation clinique de risque carieux.



**Figure 15:** Diagramme montrant la multiplicité des facteurs influençant l'initiation, la progression et la réversibilité potentielle du processus carieux initial (HAIKEL Y. et al., 2001, 49).

En raison des variations des conditions physico-chimiques dans l'environnement dentaire, des échanges ioniques se produisent en permanence entre le milieu buccal et l'émail. (TRILLER M., 1993, 100)

Les variations de pH sont la conséquence de l'alternance de la **production d'acides** par les bactéries et de l'**effet tampon de la salive** qui permet le retour du pH à la normalité.

L'interface émail-milieu buccal est en permanence en équilibre instable et précaire. Si les facteurs pathogènes prédominent, les périodes de déminéralisation prendront le pas sur les périodes de reminéralisations : les lésions carieuses apparaîtront.

### Production d'acides :

Les acides produits résultent essentiellement de la dégradation des glucides alimentaires, en particulier du saccharose.

Une partie des produits de ce métabolisme sera utilisée par les bactéries pour assurer leur propre énergie.

Une autre partie sera dégradée et exportée dans le milieu extra-cellulaire sous forme :

- d'acide lactique
- de polysaccharides insolubles : dextrans et levanes.

Ces derniers forment la matrice extra-cellulaire de la plaque bactérienne et contribuent à l'agrégation bactérienne.

Production d'acides → baisse de pH à la surface de l'émail → pertes ioniques → sites de déminéralisation

### Effet tampon de la salive :

Les ions phosphates et carbonates des fluides salivaires vont diffuser à travers la plaque bactérienne, permettant ainsi une remontée du pH.

Pouvoir tampon de la salive → remontée du pH à la surface de l'émail → reprécipitation d'ions minéraux → compensation des déminéralisations antérieures

Cependant, ce phénomène compensateur a ses limites. En effet, le pouvoir tampon de la salive est débordé :

- si la plaque bactérienne est trop épaisse (diminution de sa perméabilité),
- si les ingestions de sucre sont trop fréquentes.

Les méthodes de prévention de la carie ont un triple objectif :

- limiter les facteurs de déminéralisation (par l'hygiène bucco-dentaire et l'équilibre alimentaire),
- renforcer la résistance de l'émail vis-à-vis des agressions acides,
- favoriser les phases de reminéralisation de l'émail (par la prescription de produits fluorés par exemple).

### 2.5.3.1. La lésion initiale de l'émail :

La lésion carieuse initiale de l'émail, dans ses toutes premières phases, passe inaperçue dans les conditions cliniques.

Ces étapes sont réversibles si les éléments pathogènes sont supprimés.

La reminéralisation de l'émail peut se produire si les conditions sont favorables.

Si, contrairement, le pH reste très bas à l'interface plaque bactérienne-émail, la déminéralisation se poursuivra.

Au cours de ce phénomène, il se crée une **lésion de sub-surface**, surmontée par une **zone de surface** d'apparence intacte et qui semble bien minéralisée par opposition à la lésion sous-jacente.

La formation de la zone de surface est la conséquence de la reprécipitation, sur cette surface, d'ions minéraux,  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{PO}_4^{3-}$ , qui proviennent :

- de l'attaque acide de l'émail à partir duquel ces ions ont été mobilisés,
- des fluides salivaires.

Mais l'intégrité apparente de la zone de surface de la lésion initiale de l'émail est loin d'être parfaite : il existe déjà à ce niveau, une certaine porosité, des pertes de substance, et des signes de dissolution cristalline qui forment des micro-chenaux de déminéralisation pénétrant à l'intérieur de l'émail et pouvant se transformer en voies de progression ultérieure de la lésion.



16



17



18

**Figure 16** : Lésion carieuse amélaire avancée observée en microradiographie (TRILLER M., 1993, 100).

**Figure 17** : Aspect clinique de la lésion initiale de l'émail (TRILLER M., 1993, 100).  
La surface est légèrement brunâtre et d'aspect crayeux.

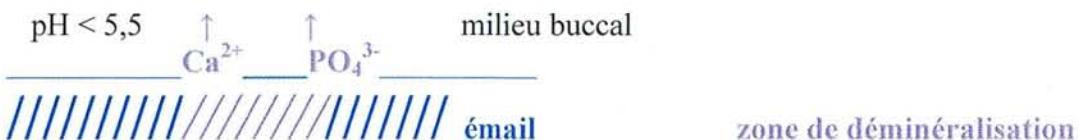
**Figure 18** : Lésion carieuse amélaire (TRILLER M., 1993, 100).

pH = 7

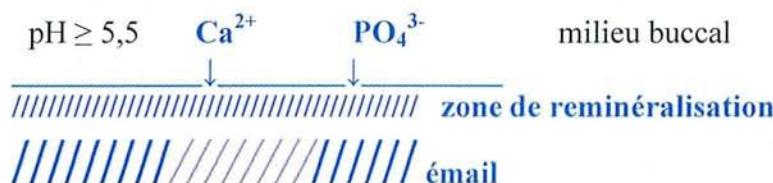
milieu buccal



Les concentrations de Ca<sup>2+</sup> et PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> dans la salive sont en équilibre avec les concentrations de Ca<sup>2+</sup> et PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> dans l'émail.



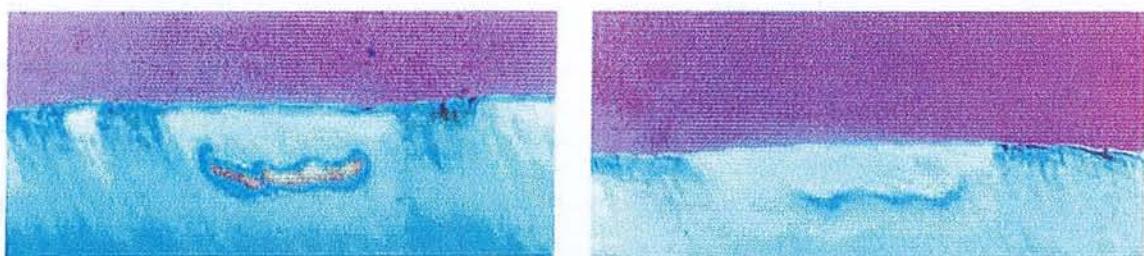
Des ions Ca<sup>2+</sup> et PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> sont libérés et passent dans le milieu buccal où la concentration en ions Ca<sup>2+</sup> et PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> devient supérieure à celle de l'émail.



Des ions Ca<sup>2+</sup> et PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> reprécipitent à la surface de l'émail pour tenter de rétablir une situation d'équilibre.

**Figure 19 :** Schéma de la formation de la lésion initiale de l'émail et des reprécipitations minérales sur la surface de l'émail (d'après TRILLER M. et al., 1992, 101).

Au stade de la lésion initiale de l'émail, le tissu peut encore se reminéraliser. On peut donc agir préventivement, soit pour éviter que de telles lésions apparaissent, soit pour empêcher leur progression.



**Figure 20 :** Lésion initiale de l'émail (réversible) / Reminéralisation de cette lésion (TRILLER M., 1993, 100).

### 2.5.3.2. La carie de l'émail.

Si cette perte minérale se prolonge, et si elle n'est pas compensée par des reprécipitations phospho-calciques sur l'émail, la lésion va évoluer peu à peu vers une perte de substance tissulaire.

Par opposition à la lésion initiale qui est réversible et qui peut se reminéraliser lorsque les conditions sont favorables, la carie proprement dite est une perte de substance qui ne peut plus se reconstituer et qui nécessite une intervention thérapeutique.

La lésion sera alors décelable cliniquement sous forme d'une tache opaque, blanchâtre ou grisâtre. La surface de l'émail apparaît érodée et friable.

En raison de la porosité croissante de l'émail de surface, des éléments colorés d'origine exogènes (thé, café, tabac, pollution atmosphérique) vont pénétrer dans la lésion qui prend une coloration brunâtre.

Puis la surface elle-même, fragilisée par le processus destructeur de déminéralisation, s'effondre sous l'effet des contacts interdentaires et des traumatismes masticatoires.

La lésion devient cavitaire.

La dégradation de l'émail au cours du processus carieux progresse selon les étapes suivantes :

- élargissement des espaces interprismatiques,
- déminéralisation du cœur des prismes
- pénétration des bactéries dans les zones de déminéralisation
- formation de micro-cavités
- désorganisation de la structure tissulaire.

La plupart du temps, à ce stade, la lésion est devenue irréversible.

Toutefois, dans certaines conditions, la suppression des éléments pathogènes peut induire un arrêt dans la progression de la carie. La surface de la lésion semble durcie. Elle prend un aspect lisse et brillant, vraisemblablement en raison des précipitations minérales qui se sont produites à ce niveau.

Il est important de souligner que l'arrêt dans l'évolution des caries est aléatoire.

Les actions préventives, pour être efficaces, doivent être entreprises avant que la pathologie ne se manifeste.

Dans la mesure où les lésions initiales ne se manifestent pas cliniquement, il est nécessaire de mettre en œuvre **préocément et systématiquement** toutes les méthodes visant à éviter que ne se développent les conditions pathogènes.

« L'omnipraticien peut aujourd'hui traiter la carie selon un modèle médical préventif. » (BLIQUE M., 1999, 14)

### 2.5.3.3. Interactions entre l'émail et le fluor.

De nombreux paramètres vont conditionner les interactions émail-fluor.

Ce sont essentiellement :

- d'une part, au niveau de l'émail, sa composition, sa structure tissulaire, et son degré de maturation.
- d'autre part, au niveau de l'apport en fluor, la dose, le moment, et la fréquence des applications.

Dans l'organisme, les apatites biologiques ne sont pas pures, ni parfaites. Elles présentent un certain nombre de défauts et de dislocations. De plus, la maille cristalline des apatites biologiques incorpore un certain nombre d'ions autres que le calcium et le phosphate, tels que le carbonate (2 à 5%), le sodium, le chlore, le fluor, le magnésium, le potassium, et différents éléments à l'état de traces (zinc, silicium et strontium).

Ces ions peuvent soit s'adsorber à la surface du cristal, soit s'incorporer à la maille cristalline.

Les échanges ioniques se feront de manière préférentielle, dans les zones où l'émail est de moindre densité. La composante protéinique, l'eau et les lipides représentent environ 15% du volume tissulaire et constituent des voies de pénétration et de diffusion préférentielle vis-à-vis des éléments exogènes.

Au moment de l'éruption, l'émail n'a pas encore atteint sa maturation définitive. Lorsqu'elle sera achevée, la densité sera 2,98 et sa porosité moyenne de 0,1%. A ce stade de minéralisation, il sera beaucoup plus aléatoire de faire pénétrer le fluor.

Les applications topiques aboutiront essentiellement à l'incorporation de fluor dans les **couches les plus superficielles** de l'émail.

Dans les couches superficielles, le fluor ne s'incorpore pas de façon stable, ni définitive.

Les thérapies fluorées doivent donc tenir compte des données suivantes :

- l'émail est un tissu hétérogène qui comporte des voies de diffusion possibles pour les éléments exogènes : **voies protéiniques ou aqueuses, espaces intercristallins**. Ces voies vont faciliter la pénétration du fluor dans l'émail.
- la maille cristalline de l'hydroxyapatite biologique présente des défauts de structure, de telle sorte que des substitutions ioniques peuvent s'y produire, notamment la substitution d'ions OH par des **ions F<sup>-</sup>**.
- l'**émail jeune** présente une certaine porosité du fait de sa maturation qui est encore incomplète. Il sera donc plus susceptible d'incorporer du fluor que l'émail mature fortement minéralisé et de faible porosité.
- les échanges ioniques se produisent en permanence à la surface de l'émail entre celui-ci et le milieu buccal du fait des variations locales de pH. Cette propriété conduit à utiliser éventuellement un produit fluoré à **pH acide** qui favorise la libération d'ions Ca<sup>2+</sup> et PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> à partir de l'émail et leur substitution par des ions fluor.

Comportements possibles du fluor vis-à-vis de l'émail :

- **incorporation** du fluor à la maille cristalline d'hydroxyapatite à la surface ou à l'intérieur du cristal, par le jeu de substitutions ioniques, essentiellement par celle des ions OH<sup>-</sup> par des ions F<sup>-</sup>. Cette réaction se produit surtout au niveau des couches ioniques superficielles.
- **adsorption** (forte ou faible) du fluor à la surface du cristal
- **précipitation** sur les surfaces dentaires du fluor présent dans l'environnement buccal, sous d'autres formes cristallines, notamment sous forme de fluorure de calcium (CaF<sub>2</sub>). Ce dernier est peu stable. Mais, si l'apport fluoré est suffisant et prolongé, le fluorure de calcium va se reformer rapidement et protéger l'émail en formant une couche acido-résistante.

Le fluor incorporé se substitue aux groupements hydroxyles de l'apatite au cours de la formation de l'émail, rendant ainsi les cristaux plus stables et plus difficiles à dissoudre. Certains cristallochimistes croient également que le fluor pourrait être présent dans les tunnels de la maille cristalline, sans en modifier la structure.

**Dans l'émail des dents jeunes**, et ce d'autant plus que l'émail est immature, l'hydroxyapatite contient une forte proportion de carbonate ( $\text{CO}_3$ ). Le  $\text{CO}_3$  favorise la diffusion des acides et donc la vulnérabilité du cristal. Mais, étant faiblement lié à la maille cristalline, il peut facilement être substitué par des ions fluor.

De plus, le fluor pénètre d'autant plus aisément dans l'émail que celui-ci est poreux, ce qui est le cas dans la période qui suit immédiatement l'éruption des dents où l'émail est encore partiellement immature.

C'est pourquoi l'action du fluor est plus efficace sur les dents jeunes.

Les échanges ioniques sont facilités par les variations de pH qui libèrent des ions à partir du cristal d'hydroxyapatite et donc permettent à des ions exogènes présents dans le milieu buccal de reprécipiter sur ou dans des sites du cristal devenus vacants par suite de la déminéralisation.

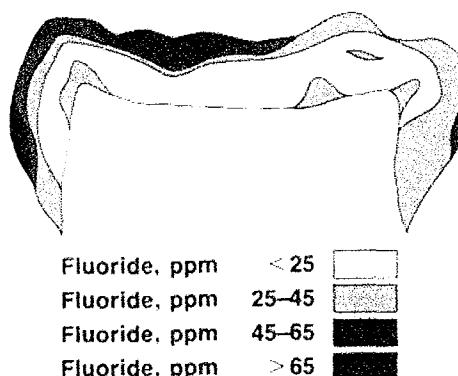
Ainsi, l'un des buts des apports de fluor par la voie topique, est d'assurer une concentration suffisante de fluor dans les fluides buccaux qui baignent les surfaces dentaires de telle sorte que les échanges ioniques aient toutes les chances de se produire.

**Lorsque la maturation de l'émail est terminée**, la pénétration du fluor est faible et limitée aux couches d'émail les plus superficielles.

Par suite des phénomènes d'usure inhérents aux contacts interdentaires lors de la phonation et de la mastication, et en raison des échanges ioniques qui se produisent à la surface de l'émail, ce fluor ne reste pas longtemps incorporé à l'émail et sera rapidement éliminé.

Il est possible toutefois de favoriser et d'amplifier la pénétration du fluor dans l'émail adulte en augmentant la porosité de surface de l'émail par déminéralisation du réseau cristallin superficiel. C'est ce procédé qui est utilisé lors de l'application de gels fluorés à **pH acide**.

La répartition du fluor dans l'émail se fait de manière hétérogène. Les analyses quantitatives indiquent que la concentration de fluor dans l'émail diminue progressivement de la surface à la jonction amélo-dentinaire. Plus précisément, on observe les valeurs maximales sur une épaisseur de 200  $\mu\text{m}$  environ à la superficie de l'émail, puis une chute rapide de cette concentration et une très légère remontée au voisinage de la dentine. (ROBINSON C. et al., 1996, 83)



**Figure 21 :** Concentration du fluor dans l'émail (ROBINSON C. et al., 1996, 83).

Selon HAIKEL Y., (2001,48) la teneur en fluor décroît rapidement de la surface de l'émail vers la jonction amélodentinaire selon une relation logarithmique entre la teneur en F<sup>-</sup> de l'émail et la profondeur à partir de la surface.

La microdistribution est bien établie :

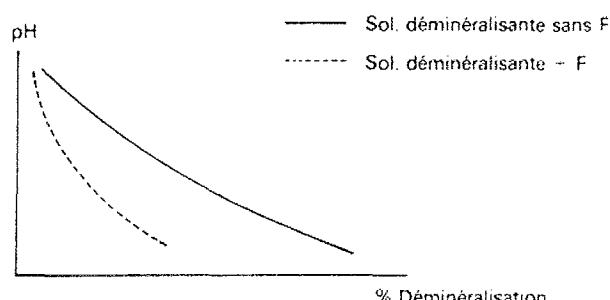
- Le fluor s'accumule dans l'émail lors du développement et son incorporation à l'émail continue après l'éruption de la dent.
- L'essentiel du fluor à la surface de l'émail est acquis avant l'éruption et secondairement pendant la phase de maturation postéroruptive.
- La capacité de la surface de l'émail d'acquérir le fluor diminue avec l'âge et la maturation de l'émail.
- La distribution de fluor au niveau des différentes localisations de la même dent est très complexe et varie au cours de la vie de la dent.
- L'abrasion et l'usure réduisent la teneur en fluor des bords triturants et des faces occlusales.
- L'émail incorpore le fluor plus rapidement en présence d'une hypominéralisation ou d'une déminéralisation acidogène bactérienne.
- Le fluor exerce une action protectrice de degré variable selon les sites et la surface de la dent. Le plus grand degré de protection accordé aux fluorures concerne les surfaces lisses et, dans une moindre mesure, les puits et les sillons dentaires. La protection est plus grande sur les surfaces vestibulaires et linguales ou palatines que sur les surfaces mésiales et distales. Les dents antérieures sont moins protégées que les dents postérieures.
- L'effet protecteur de la fluoration pré-éruptive est nettement réduit si cette fluoration n'est pas poursuivie en phase postéroruptive. La protection dépend essentiellement de la fluoration du milieu environnant de la dent dans la phase postéroruptive.

#### 2.5.3.4. Action du fluor sur la déminéralisation de l'émail.

##### **- In vitro**

Lorsque l'on induit la formation d'une carie *in vitro*, plus on abaisse le pH de la solution acide, plus la déminéralisation de l'émail est rapide.

Mais si du fluor est introduit préalablement dans la solution déminéralisante, la vitesse de dissolution de l'émail est ralentie et diminuée par rapport à celle observée dans une solution identique mais dépourvue de fluor. (TENCATE J. M., 1990, 95)

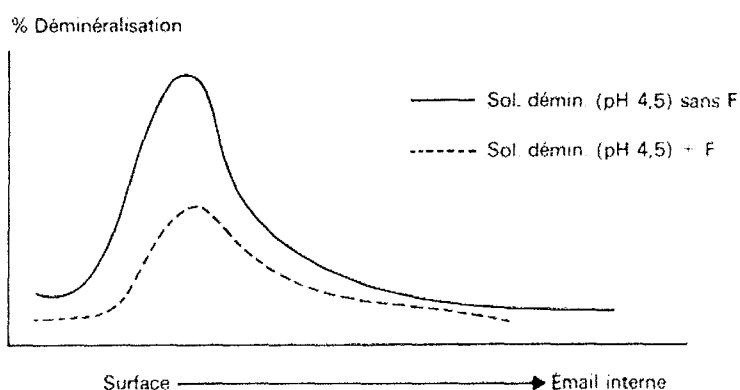


**Figure 22 :** Déminéralisation en fonction du pH et incidence de l'adjonction de fluor à la solution déminéralisante.

L'action déminéralisante d'une solution sur l'émail est d'autant plus importante que le pH de la solution est bas. L'adjonction de fluor à la solution diminue le pourcentage d'émail déminéralisé (TRILLER M. et al., 1992, 101).

Les analyses microradiographiques de caries expérimentales indiquent que, lorsque la solution déminéralisante est supplémentée en fluor, la zone de surface qui surmonte la lésion sous-jacente reste bien minéralisée et ce, d'autant mieux que la concentration en fluor est plus élevée.

En présence de fluor, pour des concentrations croissantes de 1 à 5 ppm dans une solution déminéralisante à pH 4,5, on observe une augmentation progressive de l'épaisseur de la zone de surface et de son degré de minéralisation.



**Figure 23 :** Profil de déminéralisation de l'émail in vitro après action d'une solution à pH 4,5 (TRILLER M. et al., 1992, 101).

Il montre la formation d'une lésion de sub-surface. Si la solution est supplémentée avec du fluor (1 à 5 ppm), la zone de surface est plus large et moins marquée.

- Dans ces conditions expérimentales, la lésion de sub-surface est d'autant moins étendue et la dissolution acide de l'émail sont d'autant moins importantes que les concentrations en fluor sont élevées.

Il apparaît donc que l'émail, en présence de fluor, est moins vulnérable à l'attaque acide.

En outre, si l'émail, avant d'être soumis à l'action d'un agent déminéralisant, a été prétraité par une solution de fluor, son acido-sensibilité est diminuée.

Cette résistance est due :

- soit à la transformation de l'hydroxyapatite en **fluoroapatite** par le jeu des substitutions ioniques,
- soit par précipitation à la surface de l'émail de **fluorure de calcium** qui protège l'hydroxyapatite sous-jacente de l'attaque acide.

L'acido-résistance s'explique par le fait que le carbonate est faiblement lié au réseau cristallin de l'apatite. Il est rapidement mobilisé lors de l'attaque acide. En conséquence, les sites antérieurement occupés par les ions  $\text{CO}_3$  peuvent facilement être remplacés par des ions fluor.

## - In vivo

Les études épidémiologiques confirment l'efficacité du fluor dans la prévention de la carie lorsque celui-ci est présent dans l'environnement buccal qui baigne les surfaces dentaires.

### Majoration de l'effet cariostatique du fluor :

1. par des applications **fréquentes** de fluor (quotidiennes ou bi-quotidiennes) par le biais de dentifrices, gels ou bains de bouche contenant des fluorures.

La répétition des applications est rendue nécessaire par le fait :

- pénétration peu profonde du fluor dans l'émail,
- élimination rapide du fluor en raison des échanges ioniques entre l'émail et les fluides salivaires,
- usure des surfaces dentaires.

2. par l'utilisation **d'amines fluorées** qui peuvent favoriser la pénétration du fluor dans les compartiments hydrophiles et/ou protéiniques de l'émail.

3. par le biais d'agents topiques à **pH acide** qui induisent une dissolution superficielle de l'émail. Il en résulte de cette attaque acide :

- la libération d'ions  $H^+$  qui se couplent avec le fluor pour former HF qui diffuse plus profondément dans l'émail,
- la libération d'ions  $Ca^{2+}$  qui reprécipitent avec le fluor sous forme de fluorure de calcium.

Le fluorure de calcium est relativement soluble. Néanmoins, *in vivo*, il apparaît que le  $CaF_2$  présente une certaine stabilité à la surface de l'émail.

Il peut également, au cours des alternances de phases de dé- et de reminéralisation constituer un réservoir de fluor.

Lorsque le fluor sera libéré sous forme ionique, il deviendra alors disponible pour s'intégrer à l'hydroxyapatite.

### 2.5.3.5. Action du fluor sur la reminéralisation de l'émail.

Des études épidémiologiques indiquent que les lésions initiales de l'émail, opacités ou taches blanches, peuvent parfois reminéraliser spontanément et n'évoluent pas en cavitations carieuses. Dans 50% des cas, des guérisons ont été constatées.

Ces reminéralisations, en l'absence de thérapies fluorées, sont dues au potentiel recalcifiant de la salive en raison de la présence des ions minéraux ( $Ca^{2+}$  et  $PO_4^{3-}$ ) qui s'y trouvent.

Toutefois, la guérison spontanée des lésions est lente et aléatoire. Elle ne peut se produire que si les facteurs pathogènes sont maîtrisés :

- par l'élimination de la septicité buccale grâce aux mesures d'hygiène bucco-dentaire,
- par la diminution du substrat glucidique lorsque l'équilibre alimentaire est respecté.

La reminéralisation de l'émail est majorée en présence de fluor. (SILVERSTONE L. M., 1983, 89). Cela s'explique par divers phénomènes :

- diminution de l'acido-sensibilité de l'émail qui devient moins vulnérable lors des périodes de baisse de pH,
- effet tampon du fluor sur le pH du milieu buccal,
- reprécipitations d'ions minéraux sur l'émail et formation de couches acido-résistantes de fluorure de calcium ou de fluoroapatite.

L'émail partiellement déminéralisé devient plus apte à capter le fluor. En effet, lorsque l'émail est soumis à une attaque acide, la dissolution tissulaire qui en résulte provoque une augmentation de la porosité de l'émail.

#### **- In vitro**

L'adjonction de fluor à une solution reminéralisante, appliquée sur des lésions carieuses expérimentales, augmente le rythme de la phase de reminéralisation et la dureté de l'émail. Par comparaison avec des lésions expérimentales traitées avec une solution reminéralisante dépourvue de fluor, la reminéralisation de lésions identiques est à la fois plus rapide et plus complète lorsque l'on supplémente la solution avec du fluor. (TRILLER M. et al., 1992, 101). Le mode de reminéralisation de ces lésions est variable en fonction de la dose de fluor et de la durée du traitement.

- si la concentration de fluor est élevée ( $> 3$  ppm) et le traitement de courte durée, le résultat obtenu sera essentiellement une reminéralisation de la zone de surface tandis que la zone de subsurface est peu modifiée par le traitement.

Dans ce cas, il semble que le fluor précipite à la surface sous forme de fluorure de calcium. Mais la durée trop courte du traitement ne permet pas la pénétration et la diffusion du fluor dans les zones sous-jacentes.

- si la concentration de fluor est faible (1 ppm) et le traitement de plus longue durée, le résultat obtenu sera une reminéralisation de l'ensemble de la lésion et ce, pour des concentrations de Ca et de PO<sub>4</sub> équivalentes dans les deux expérimentations.

#### **- In vivo**

De façon analogue, des lésions naturelles de l'émail à des stades débutants se reminéralisent sous l'effet de thérapies fluorées.

La capacité du fluor à induire et à favoriser la reminéralisation de lésions initiales, d'inhiber la formation de nouvelles lésions, d'arrêter la progression de caries, sera d'autant plus efficace que l'imprégnation fluorotique se maintiendra de façon plus durable.

De faibles doses de fluor apportées régulièrement sont préférables à des doses élevées mais épisodiques.

Une posologie raisonnable dans la prescription des mesures prophylactiques destinées à prévenir la carie dentaire est suffisante pour assurer une bonne protection.

Toutefois, ces mesures doivent être maintenues en permanence. Leur interruption stoppe en effet rapidement l'action cariostatique antérieurement obtenue.

**CHAPITRE III**  
**PRODUITS FLUORURES TOPIQUES ET**  
**ORTHODONTIE**

### **3.1. Cahier des charges du produit topique fluoruré idéal**

En 1994, G. M. BOUNOURE et al. (1994, 18) énoncent « les dix qualités désirables requises du fluorure topique » :

1. Dépôt rapide d'une quantité maximale de fluor
2. Grande affinité pour les couches superficielles de l'émail
3. Activité cariostatique suffisante
4. Facilité d'application locale réalisable
5. Manipulation en temps réduit possible
6. Absence d'effets délétères à dose utile
7. Stabilité chimique autorisant le stockage
8. Coût supportable sous toutes les formes de vecteurs
9. Prix de revient compatible avec le coût du programme fluoré
10. Long recul des résultats carioprophylactiques enregistrés

Ces dix exigences sont difficiles à satisfaire en même temps, mais permettent de guider le praticien dans son choix du fluorure à appliquer, en termes d'efficacité, de manipulation, de conservation et de toxicité.

### **3.2. Différentes compositions**

#### **3.2.1. Principes actifs**

*Fluorures inorganiques (minéraux) :*

- Fluorure de sodium : NaF
- Monofluorophosphate de sodium NaMFP :  $\text{Na}_2\text{PO}_3\text{F}$
- Fluorure d'étain :  $\text{SnF}_2$

*Fluorures organiques :*

- Fluorures d'amine : AmF, qui regroupent plusieurs types de molécules organiques différentes mais qui possèdent toutes une fonction aminée primaire, secondaire, tertiaire ou cyclique. Le bifluorure d'ammonium :  $\text{NH}_4\text{F}$ , HF appartient à cette catégorie.
- Selon MENGE R. et al, (1996, 68), les fluorures d'amines seraient plus actives sur la flore responsable des gingivopathies que le NaF.
- Fluorhydrate de nicométhanol

#### **3.2.2. Caractéristiques de chaque fluorure**

**Fluorure de sodium :**

C'est le plus répandu et le mieux éprouvé (BOUNOURE G.M. et al., 1994, 18), (BRAMBILLA E., 2001, 24).

Il présente d'importants avantages de stockage, de goût et d'innocuité, tout en fournissant des résultats carioprophylactiques incontestables depuis plusieurs décennies.

Les fluorures de sodium existent aussi, sous forme acidulée, mais non en France, par adjonction d'acide othophosphorique 0,1 molaire.

Les fluorophosphates acides ainsi obtenus, ont un pH proche de 3,5 qui, en présence d'ions phosphate dans la solution favorise la fixation des ions fluor libres par l'émail.

Les essais cliniques, conduits à l'étranger, procurent des résultats analogues ou légèrement meilleurs à ceux obtenus à partir des solutions neutres de fluorure de sodium.

Cependant, le pH acide de ces solutions paraît être très dégradant pour les surfaces amélaires, ainsi que pour les restaurations composites.

Paradoxalement, le traitement des érosions de l'émail avec un gel fluoruré acide donne une meilleure résistance à l'abrasion que les gels neutres (ATTIN T. et al., 1999, 8).

#### **Monofluorophosphate de sodium :**

La plupart des auteurs s'accordent pour admettre une supériorité de NaF sur MFP en ce qui concerne la réduction de la fréquence carieuse. En effet, l'activité de MFP, surtout par comparaison aux autres, reste à démontrer ((BOOUNOURÉ et al., 1994, 18)).

Cependant, la combinaison de MFP et NaF augmente l'efficacité de MFP.

#### **Fluorure d'étain :**

Il constitue un antibactérien efficace lié à la présence des ions stanneux (DROZ D., 2002, 41), (ADDY M., 1997, 1).

Sa grande solubilité permet une libération rapide du fluorure.

Il présente cependant des inconvénients :

- coloration des bords des obturations et des sites d'émail déminéralisés (formation de sulfure d'étain)
- durée de conservation du produit limitée par l'inactivation progressive du fluorure d'étain.

#### **Fluorures d'amine :**

Ceux-ci ont été largement testés, expérimentés et utilisés par l'école de Zurich avec des résultats hautement intéressants. Disponibles sur le marché suisse depuis 1963, elles sont aujourd'hui utilisées dans de nombreux pays dont la France.

Grâce à leurs propriétés tensioactives (SIXOU M., et al., 2002, 90), la répartition des ions F<sup>-</sup> est plus rapide dans les sillons et les espaces interdentaires, permettant ainsi une meilleure fixation sur l'émail. Ils agissent à un pH légèrement acide afin de favoriser leur liaison au calcium de l'hydroxyapatite de l'émail.

Les amines fluorurées sont plus actives chez les sujets à bas taux de *S. mutans* (BRAMBILLA E. et al., 1999, 25).

Le bifluorure d'ammonium est un principe actif extrêmement intéressant et ses résultats sont très encourageants, s'ils sont comparés sur un plan scientifique sérieux, au fluorure de sodium (BOOUNOURÉ G.M. et al., 1994, 18), (SHAPIRA L., 1997, 88).

#### **Fluorhydrate de nicométhanol :**

Il n'est pas tensioactif et agit à un pH légèrement acide.

| Principes actifs             | Formule                           | Poids Moléculaire | Teneur en fluor | Fluor en ppm |         |         |
|------------------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------|--------------|---------|---------|
|                              |                                   |                   |                 | 250 ppm      | 500 ppm | 900 ppm |
| Fluorure de sodium           | NaF                               | 42                | 45,24%          | 0,052%       | 0,104%  | 0,187%  |
| Monofluorophosphate de Na    | Na <sub>2</sub> PO <sub>3</sub> F | 144               | 13,19%          | 0,189%       | 0,379%  | 0,682%  |
| Fluorure d'étain             | SnF <sub>2</sub>                  | 157               | 24,25%          | 0,103%       | 0,206%  | 0,371%  |
| Bi-fluorure d'ammonium       | NH <sub>4</sub> F,HF              | 57                | 67,00%          | 0,037%       | 0,075%  | 0,135%  |
| Fluorhydrate de nicométhanol | C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> OFN | 130               | 14,61%          | 0,171%       | 0,342%  | 0,616%  |
| Amine ELMEX 242              | —                                 | 261               | 7,28%           | 0,343%       | 0,686%  | 1,230%  |
| Amine ELMEX 297              | —                                 | 498               | 7,63%           | 0,327%       | 0,655%  | 1,179%  |

**Tableau 4:** Teneur en fluor des principes actifs utilisés dans les produits à usage dentaire et correspondance entre teneur et concentration en ppm de fluor (d'après BOUNOURE G.M. et al., 1994, 18).

### 3.3. Influence de la température

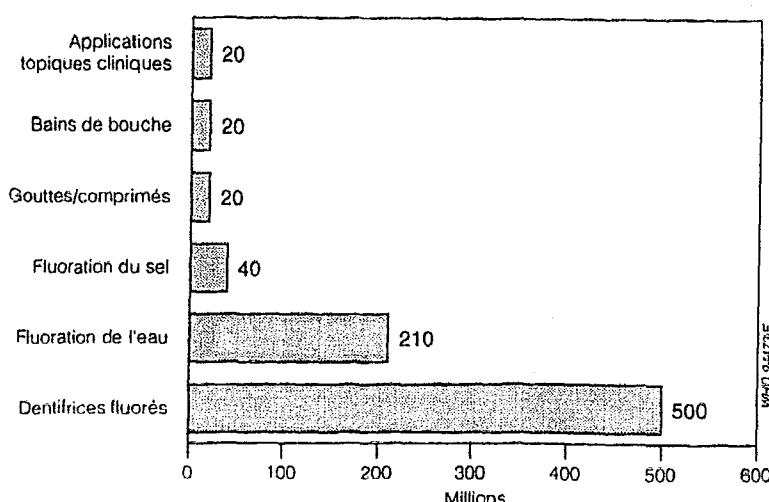
L'activité des fluorures est modifiée par le niveau de température.

En effet, une élévation de température (entre 20 et 30 °C° par exemple) :

- favorise la formation de fluoroapatite aux dépens du fluorure de calcium
- et diminue la solubilité des apatites, ceci indépendamment de la présence ou de l'absence d'ion phosphate.

BOUNOURE G.M. et al., 1994, 18, préconisent même une température du bain de bouche fluoruré à 40 °C, « ce qui réduit aussi les risques d'ingestion » !

### 3.4. Différents modes d'application topique



**Figure 24 :** Estimation approximative du nombre de personnes bénéficiant de différentes formes de traitement et de prévention des caries par les fluorures dans le monde. (d'après les données de MURRAY et al., OMS, 1994, 76).

Les fluorures sont largement utilisés à l'échelle mondiale. Mais les bains de bouche fluorurés ou les applications topiques cliniques (professionnelles) ne sont pas encore très répandues dans le monde, comparativement aux dentifrices fluorurés.

Selon J. J. MURRAY (1996, 70), les thérapeutiques fluorées se divisent en deux catégories :

- celles qui sont appliquées par le chirurgien dentiste, au cabinet
- celles qui sont appliquées par le patient, à domicile

En pratique, celles employées par le praticien sont à haute concentration en fluor et généralement régulières mais peu fréquentes, par exemple, deux fois par an.

Celles utilisées par le patient sont à basse concentration de fluor, et fréquentes, souvent journalières.

### **3.4.1. Applications professionnelles de fluorures**

Les préparations à haute teneur en fluor destinées à l'usage professionnel, se présentent sous forme de solutions aqueuses, de gels, de pâtes de prophylaxie ou de vernis.

**- les solutions aqueuses fluorurées :**

Composition :

Les trois composés les plus utilisés sont le NaF, le fluorophosphate acidulé (FPA) et le SnF<sub>2</sub>. Le NaF est utilisé en solution aqueuse à une concentration de 2%, le SnF<sub>2</sub> de 8 à 10%. Le FPA est composé de 1,23 % de NaF dans une solution d'acide phosphorique à 0,1 M et à pH 3,2.

La solution aqueuse neutre à 2% de fluorure de sodium ne semble pas provoquer d'effets secondaires et elle est bien acceptée par les enfants.

Des applications de solution de TiF<sub>4</sub> autour des brackets orthodontiques existent également (BUYUKYILMAZ T. et al., 1994, 28).

Fréquence d'application :

La fréquence d'application varie. A l'origine, la méthode prévoyait 4 applications à une semaine d'intervalle aux âges de 3, 7, 10 et 13 ans.

D'autres méthodes suggéraient un traitement annuel ou semi-annuel.

Le taux de réduction de la carie augmente avec le nombre d'applications.

Actuellement, le nombre d'applications varie entre 1 et 4 par an. (HAIKEL Y., 2001, 48)

Technique d'application :

La solution fluorurée est appliquée sur toutes les faces accessibles des dents après un nettoyage soigneux.

- nettoyage de toutes les faces dentaires au moyen d'une pâte non abrasive, les faces proximales sont nettoyées au moyen d'un fil dentaire non ciré,
- rinçage au spray,
- isolation des dents au moyen de rouleaux salivaires et mise en place d'une pompe salivaire,
- séchage à l'air,
- application de la solution fluorurée au moyen d'un applicateur ou d'un pinceau sur toutes les faces dentaires accessibles et au moyen d'un fil dentaire non ciré sur les faces proximales.
- la solution est appliquée dent par dent, l'humidité étant maintenue pendant 3 à 4 minutes,
- après le traitement, il est demandé au patient de cracher, mais de s'abstenir pendant ½ heure de rincer, de s'alimenter ou de se brosser les dents.

Aucun effet secondaire n'a été signalé avec ce produit mais il est mal accepté en raison de son goût et de son acidité.

#### Efficacité :

Pour les solutions aqueuses, le taux de réduction de la carie augmente avec le nombre des applications (1 à 4).

L'efficacité respective des solutions aqueuses à usage topique appliquées par des professionnels, exprimée en pourcentages de réduction du CAO est, selon HAIKEL Y., (2001, 48) :

- pour NaF : 29,
- pour SnF<sub>2</sub> : 32,
- pour APF : 28.

Pour les solutions fluorurées à haute concentration, le fluorure d'étain semble exercer un plus grand effet cariostatique que le fluorure de sodium (MARTHALER T., 1988, 66)

Certains auteurs contestent cette efficacité (HASTREITER R.J., 1989, 52).

#### **- les gels fluorurés :**

#### Composition :

Les gels fluorurés sont neutres (NaF par exemple) ou acides (APF).

Cependant, il a été reproché aux gels à l'APF de mordancer les particules minérales des restaurations composites et les surfaces des dents en céramique. Bien qu'une seule application d'APF ne semble pas mettre en danger l'aspect de ces restaurations, il n'est pas exclu que des traitements répétés à cet agent n'endommagent l'esthétique des reconstitutions.

Des gels à 2 % de NaF neutres ont été proposés en remplacement des gels à l'APF. La concentration en fluorure de ces gels est la même que celle des solutions aqueuses destinées aux applications topiques professionnelles mentionnées ci-dessus.

#### Fréquence d'application :

Deux applications sont recommandées par an (HAIKEL Y., 2001, 48).

### Technique d'application :

Les gels sont appliqués au moyen de gouttières de taille variable, disponibles dans le commerce.

Certains modèles, munis d'un coussinet d'air et d'un dispositif permettant l'aspiration salivaire, simplifient la technique d'application.

Des gouttières peuvent également être confectionnées par le praticien pour l'usage individuel ; elles sont indispensables dans les indications de prophylaxie post-radiothérapique. L'avantage de l'application sous gouttière est de pouvoir traiter simultanément toutes les dents d'une arcade.

Ceci implique une parfaite adaptation des gouttières afin qu'elles recouvrent les surfaces entières des dents.

Dans le passé, il était recommandé, avant toute application topique professionnelle, de procéder au nettoyage des dents afin de supprimer tout enduit de surface susceptible d'interférer avec l'incorporation de fluor dans l'émail et de réduire ainsi l'efficacité de la méthode.

Cependant des études faites *in vitro* et *in vivo* ont montré que l'incorporation du fluor n'était pas réduite lorsque l'application du gel était effectuée sur des dents non nettoyées préalablement. Quatre études cliniques indépendantes les unes des autres ont montré que l'action cariostatique des gels ou des solutions avec APF n'était pas réduite en l'absence de nettoyage préliminaire. Un simple rinçage à l'eau éliminant les particules alimentaires serait suffisant. La prophylaxie professionnelle préalable n'est donc pas nécessaire (HAIKEL Y., 2001, 48).

Les gels fluorurés doivent être appliqués en respectant les règles suivantes de façon à réduire autant que possible le risque d'ingestion (SOMMERMATER J.I. et al., 1993, 93):

- installer le patient en position assise, avec la tête légèrement inclinée en avant,
- garnir l'intérieur des gouttières de papier absorbant, et vérifier leur adaptation en arrière des molaires.
- limiter la quantité de gel placé dans les gouttières à 2,5 ml au maximum (1/2 cuillerée à café) par gouttière,
- maintenir le gel sous aspiration salivaire pendant 4 minutes, l'indication par certains fabricants d'1 minute s'étant avérée insuffisante,
- après 4 minutes, les gouttières sont enlevées ; il est demandé au patient de cracher,
- maintenir l'aspiration salivaire pendant 10 minutes,
- demander au patient de s'abstenir pendant ½ heure de rincer, de s'alimenter, de boire ou de se brosser les dents,
- tenir le récipient hors d'atteinte du patient,
- ne jamais laisser le patient sans surveillance.

Il est à noter que, dans le cadre de l'utilisation de gels acides, certains auteurs recommandent de protéger les couronnes en céramique par une couche de vaseline avant l'application car elles risquent d'être attaquées par le gel. (OMS, 1994, 76)

L'utilisation professionnelle de gels fluorurés à haute concentration, constitue une méthode de prévention **individuelle** et ne peut être envisagée en tant que méthode collective en raison de la surveillance attentive, des moyens et du temps qu'elle requiert.



**Figure 25 :** Photographie du conditionnement de divers gels fluorurés (ROQUIER-CHARLES D., 2002, 84).

#### Efficacité :

Pour les enfants réexaminés un ou deux ans après le traitement, une persistance du bénéfice de l'effet topique du fluor est obtenue (MARTHALER T., 1988, 66) (MARGOLIS H.C., 1990, 65).

Selon HAIKEL Y., (2001, 48), les gels à l'APF assurent une réduction moyenne du taux de carie de 23%.

La comparaison entre les effets obtenus par l'APF en gel et l'APF en solution aqueuse montre une efficacité voisine.

L'application des gels est plus pratique pour les praticiens parce qu'elle s'effectue à l'aide de gouttières. De plus, elle est mieux acceptée par les enfants car les gels sont parfumés (choix du parfum : cola, orange, framboise...). Il existe de nombreux gels (aux Etats-Unis par exemple) mais peu d'entre eux sont commercialisés en France.

Il convient d'avoir constamment à l'esprit que les produits fluorurés pour applications topiques à usage professionnel sont ceux dont la concentration en fluor est la plus élevée.

Il est également important de réaliser qu'à l'instar de tous les produits pharmaceutiques actifs, l'utilisation à des doses trop élevées de ces produits peut conduire, en cas d'ingestion excessive, à des manifestations d'intoxication aiguë ou chronique.

Enfin, ce véhicule du fluor est plus difficile à mettre en place en présence d'un appareil multiattache (PERRIER-DUTOUR M., 2000, 79).

#### **- les vernis fluorurés :**

Ce sont les derniers-nés des produits fluorurés à usage topique professionnel.

Un important relargage du fluor incorporé par l'émail pendant une application de gel ou de solution aqueuse hautement fluorurés se produit durant les 24 heures après le traitement.

Lorsque la durée de contact entre la surface de l'émail et l'agent topique fluoruré est augmentée, il se forme une plus grande quantité de fluoroapatite (CHADWICK B.L., 1994, 31).

C'est ainsi que les vernis fluorurés ont été développés dans le but d'adhérer à la surface de l'émail pendant des durées prolongées (jusqu'à 12 heures et davantage) afin de décharger lentement leur fluor vers les dents tout en écourtant le temps de présence du patient sur le fauteuil.

Selon WARREN D.P. et al., (2001, 109), les patients préfèrent les vernis fluorurés aux gels en application professionnelle, en terme de confort, de goût, d'efficacité, de sécurité.



**Figure 26** : Application de vernis à l'aide d'un pinceau (PERRIER-DUTOUR M., 2000, 79).

#### Composition :

L'agent actif des vernis est le NaF à 2,3% dans une solution alcoolisée ou le difluorosilane à 0,1% dans une laque de polyuréthane.

#### Fréquence d'application :

Il est recommandé de les appliquer à intervalles de 3 à 6 mois, principalement chez les patients à risque élevé de caries. Leur usage ne présente aucune contre-indication. (OMS, 1994, 76)

#### Technique d'application :

Initialement, l'application des vernis fluorurés était précédée d'un nettoyage des dents, puis les études en laboratoire ont montré que le fluor des vernis peut être capté par l'émail non nettoyé. Le vernis fluoruré n'est pas inactivé par la plaque dentaire et ne demande aucune prophylaxie préalable (PERRIER-DUTOUR, 2000, 79).

- avant l'application du vernis, brossage standard et séchage des dents,
- application à l'aide de petites brosses ou de seringues,
- prise du vernis au contact de la salive,
- demander au patient de ne pas boire ni manger pendant les 4 heures qui suivent le traitement et de ne pas utiliser de brosse à dents dans la journée du traitement,
- le vernis reste sur la dent jusqu'à son élimination par le brossage.

Bien qu'il s'agisse d'une application topique, la déglutition du produit est inévitable. Comme éventuellement tout le fluor introduit dans la cavité buccale sera dégluti, il est important de connaître la quantité de vernis utilisée et de fluor délivré. Utilisant indifféremment l'un ou l'autre de ces vernis, la quantité habituelle est de 0,5 ml par patient. La quantité de fluor est de 11 mg dans l'emploi du premier vernis, et de 3,5 mg en utilisant le second. Les quantités de fluor introduites dans la cavité buccale par l'application de vernis sont donc inférieures à celles introduites par l'application de gels. De plus, la déglutition du fluor contenu dans le vernis est étalée dans le temps sur plusieurs heures.

#### Efficacité :

La validité de cette méthode, en ce qui concerne l'enrichissement en fluor de la couche externe de l'émail a été vérifiée *in vitro* (ERONAT C. et al., 1993, 43). HAIKEL Y., en 2001 (48), a montré que l'application de vernis fluoruré à 0,1% de difluorosilane entraîne une fixation de fluor importante sur les 6 premiers microns de la surface, de l'ordre de 6 fois supérieure à la surface des dents permanentes non traitées. Il apparaît également une réduction de la solubilité de la surface de l'émail où le vernis a été appliqué.

Les vernis à base de fluorure d'amine et de fluorure d'étain ont montré un important effet antibactérien (STEINBERG D., et al., 2002, 94).

Le vernis serait aussi efficace que le gel APF à 1,23%, à l'égard de la prévention carieuse (en applications bi-annuelles, pendant 3 ans) (PERRIER-DUTOUR M., 2000, 79).

Les études se contredisent quant à une différence significative d'efficacité entre deux applications professionnelles de vernis par an et un rinçage au bain de bouche à 0,2% de NaF toutes les deux semaines. Les études les plus récentes tendraient plutôt à mettre en évidence une efficacité anti-carieuse comparable à celle des autres formes topiques de fluorures et leur utilisation doit être encouragée. (OMS, 1994, 76)

S'agissant d'une méthode digne d'intérêt à la fois du point de vue prophylactique et thérapeutique, tant chez l'adulte que chez l'enfant, elle mérite dans le futur attention et développement, notamment en ce qui concerne ses applications thérapeutiques telles que la désensibilisation des collets, l'imprégnation des bords de cavité, le traitement des lésions initiales de carie dentaire.

Si les gels s'inscrivent plus dans une prévention généralisée aux deux arcades, le vernis, au contraire, peut répondre à une prophylaxie plus locale en ciblant certaines zones, par exemple, les leucomes pré-carieux au niveau du collet des dents ou les zones de déminéralisation autour des brackets (SCHMIT J.S. et al., 2002, 87).

En effet, une seule application de vernis fluoruré peut avoir une influence bénéfique sur les dents porteuses d'attachments orthodontiques, selon l'étude de PERRIER-DUTOUR M. en 2000 (79).

L'application d'un vernis fluoruré peut contribuer à réduire l'importance des déminéralisations se produisant autour des appareils d'orthodontie (OGAARD B. et al., 2001, 74).

Leur manipulation demande peu de temps au fauteuil et élimine la nécessité de la collaboration du patient.

L'application de vernis fluorurés n'est pas supérieure à l'utilisation de bains de bouche ou de gels fluorurés mais permet de proposer une alternative pour la prévention de l'apparition de lésions blanches au cours du traitement orthodontique chez un patient non coopératif (PERRIER –DUTOUR M., 2000, 79).

#### **- les fluorures à libération lente :**

Renforcer la résistance de la surface de l'émail peut se faire par la libération progressive de petites quantités de fluor à partir de réservoirs rechargeables constitués de matériaux dentaires et de polymères (TOUMBA K.J. et al., 1993, 98).

Deux techniques sont utilisées pour obtenir une libération lente de fluorures dans la bouche :

- l'incorporation des fluorures dans les matériaux de restauration dentaire,
- l'utilisation de dispositifs intra-buccaux.

-

L'incorporation de fluorures dans des matériaux comme les amalgames, et les résines composites ne semble pas apporter actuellement d'avantages cliniques significatifs pour la prévention des caries. La libération des fluorures contenus dans ces matériaux ne dure que peu de temps, en produisant un effet de « salve », ce qui oblige à renouveler l'application très fréquemment (OMS, 1994, 76).

En effet, les bénéfices en orthodontie d'un collage des attaches, à base de résine composite relarguant des ions fluorures, sur la prévention des déminéralisations, sont très discutés (BISHARA S.E., et al., 1991, 13). Il existe même des ligatures élastomériques relargant du fluor dont l'efficacité reste à prouver (BANKS P.A. et al., 2000, 9).

L'adjonction de fluor à l'acide phosphorique ne change pas la morphologie de l'émail après le mordançage (GARCIA-GODOY F. et al., 1991, 45).

Mais pour certains auteurs, le mordançage fluoruré préviendrait la déminéralisation autour des brackets (MENG C.L. et al., 1997, 67).

Il semble au contraire que les ciments et les restaurations à base de verres ionomères libèrent les fluorures sur une plus longue période (TRIMPENEERS L.M. et al., 1998, 102) ; dans ce cas, il a été démontré que des quantités significatives de fluorures étaient absorbées par l'émail et la dentine.

#### Les verres ionomères

Ils peuvent être utilisés pour le collage des boîtiers.

**Ils ne nécessitent pas de mordançage** car ils présentent une adhésion naturelle à l'émail et relarguent des ions fluor qui préviennent les taches de décalcification (DONLY K.J. et al., 40, 1995).

Leur utilisation est facile puisqu'ils colleraient, même en présence de salive.

Leur adhésion totale à l'émail nécessite plusieurs jours. Pour AKNIN J. J., (1996, 2), leur force de résistance à la tension serait suffisante

**Leur dépôse est rapide et sans dégât pour l'émail.** Leur résistance à la traction est nettement inférieure à celle des composites.

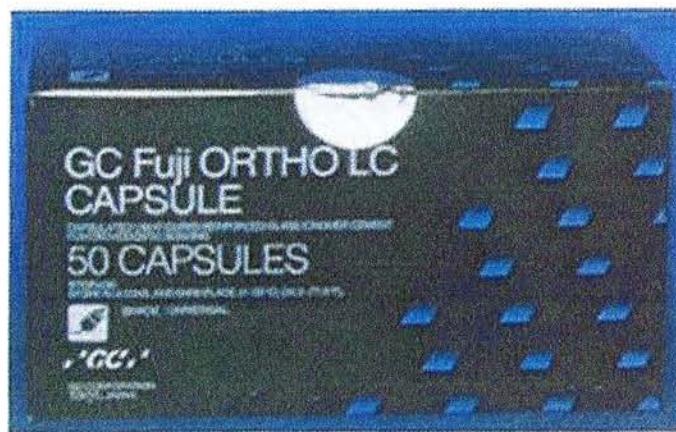
Leur utilisation est encore limitée.

Ils sont particulièrement indiqués en cas de félures ou de dysplasies de l'émail qui contre-indiquent l'application d'acide.

LAVERNHE P. et al., (2000, 61), ont étudié les modalités des échanges de fluor entre colle aux verres ionomères et surface amélaire sur 240 dents examinées soit à la microsonde électronique, soit par analyse chimique.

Ils en ont conclu que la migration du fluor vers l'émail est un phénomène superficiel (elle ne va pas au-delà de 15 microns de profondeur) et qu'un émail intact semble plus apte à fixer le fluor (le mordançage n'améliore pas le processus de migration).

Selon ces auteurs, les ciments aux verres ionomères, « capables de relarguer le fluor qu'ils contiennent dans l'émail de surface, celui-là même qui est exposé aux attaques acides, et donc d'augmenter sa résistance au processus carieux, représentent un atout de choix en orthodontie, discipline souvent incriminée dans l'apparition iatrogène de lésions amélaires. »



**Figure 27:** FUJI ORTHO LC<sup>®</sup>(GC)

Il s'agit d'un CVIMAR : ciment verre-ionomère modifié par adjonction de résine.

Les CVIMAR ont été mis au point pour pallier les insuffisances cliniques des CVI traditionnels (faibles propriétés mécaniques, manipulation difficile, forte sensibilité à la balance hydrique...) tout en conservant leurs avantages (adhésion naturelle à l'émail, caractère bioactif grâce au relargage d'ions fluorures). (JACQUOT B., PANIGHI M., 1997,55)

La dépôse des attaches est aisée, grâce aux faibles propriétés mécaniques des verres ionomères modifiés par adjonction de résine (qui sont néanmoins supérieures à celle des CVI traditionnels) (AKNIN J.J., 1996, 2).

Selon ALTOUNIAN G., (2000, 5), pour préserver l'intégrité amélaire lors de la dépose, l'utilisation d'un verre ionomère modifié par addition de résine, associé aux attaches à rétentions mécaniques (la rupture du joint ayant lieu dans 40 % des cas entre l'attache et le matériau de collage), constitue un bon compromis.

Cet auteur affirme que l'utilisation du FUJI ORTHO LC® représente aujourd'hui « une nouvelle voie pour remplacer le collage traditionnel au composite. »

Il est également possible d'appliquer, sur les faces exposées, un sealant fluoré (par exemple FLUOROBOND® sealant, commercialisé par ORMCO® en 1993 mais remplacé aujourd'hui par ORTHO SOLO®, primer et sealant) qui assure une protection, mais le devenir dans le temps de ce procédé n'a pas été vraiment établi. Résiste-t-il au passage de la brosse à dents ?

### Les dispositifs intra-buccaux

Ceux qui sont actuellement en usage sont de deux types :

- à membrane de copolymère
- ou en verre fluoruré.

Des essais ont montré que la libération de fluorures par les dispositifs à membrane de copolymère s'étalait sur 30 à 180 jours et que la concentration de fluorures dans la salive restait élevée pendant 100 jours (BILLINGS R.J. et al., 1998, 12).

Les dispositifs en verre fluoré libèrent des éléments à l'état de trace sur une période d'au moins un an.

Dans une expérimentation animale menée en 1995, l'application de polymères fluorurés à 100 ppmF, tels que le polyéthyl imine basique et le polyéthyl imine alkylé, sont aussi efficaces que du NaF à 1000 ppmF<sup>-</sup> dans la réduction des caries de sillons chez le rat soumis à un régime cariogène (HAIKEL Y, 2001, 48).

Ces polymères peuvent être des véhicules et des réservoirs de fluor protégeant de la carie dentaire et **des risques de fluorose dentaire**.

« Pour la prochaine décennie, l'usage des matériaux dentaires ou de polymères à relargage progressif de faibles quantité de fluor constitue certainement la perspective la plus séduisante » (HAIKEL Y, 2001, 48).

Ces techniques pourraient jouer un rôle important dans la prévention ou le traitement des caries dentaires à l'avenir, mais il manque encore des données cliniques chez l'homme.

### **- les pâtes prophylactiques à usage professionnel**

L'utilisation de pâtes abrasives prophylactiques enlève une infime couche d'émail superficiel, or c'est la couche la plus fluorurée de l'émail. Du fluor a donc été incorporé à ces pâtes dans le but de compenser cette perte.

La formulation de cette pâte pose le problème du peu de compatibilité de la plupart des abrasifs, en particulier la pierre ponce, avec les fluorures. En aucun cas, elles ne peuvent remplacer les applications de fluor topique. Néanmoins, lorsque leur utilisation est indiquée, il est préférable d'utiliser des pâtes prophylactiques florurées.

Elles doivent être utilisées avant tout pour le polissage des dents et ne doivent pas être considérée comme un moyen d'application topique de fluorures à titre prophylactique (OMS, 1994, 76). Selon HAIKEL Y., (2001, 48), les pâtes prophylactiques ne jouent aucun rôle direct dans la prévention de la carie. Pour cet auteur, le nettoyage prophylactique préalable n'est pas nécessaire avant une application topique de fluor.

### **3.4.2. Applications domestiques de fluorures**

#### **- les pâtes dentifrices**

Elles constituent une méthode inégalée dans leur simplicité en matière d'application topique de fluor. Il s'agit d'une méthode peu onéreuse, accessible à tous, et ayant largement prouvé son efficacité.

Selon TRILLER M. et al., (1992, 101), de nombreuses autorités scientifiques pensent que la chute de la prévalence carieuse observée durant les vingt-cinq dernières années dans la plupart des pays industrialisés a été très largement conditionnée par l'extension de l'utilisation des pâtes dentifrices fluorées.

Les dentifrices fluorés sont largement répandus, et leur efficacité n'est plus à prouver, ils constituent la base même de l'hygiène bucco-dentaire. Ils ne seront pas développés dans cette thèse qui a plus pour objet les moyens de prévention topique fluorée, utilisés en complément du brossage au dentifrice fluoré.

#### **- les solutions fluorurées pour bain de bouche :**

##### Composition :

Les composés les plus utilisés sont le NaF acidifié ou non, le SnF<sub>2</sub>, les amines fluorurées et le bifluorure d'ammonium.

##### Fréquence d'application :

Elle est inversement proportionnelle à la concentration (BOUNOURE G.M. et al., 1994, 18).

Deux méthodes d'application ont été adoptées pour les programmes de soins individuels et les programmes scolaires.

- la méthode à faible concentration et haute fréquence : consiste à utiliser une solution à 0,05% de fluorure de sodium (225 ppm F<sup>-</sup>) **quotidiennement**,
- la méthode à forte concentration et faible fréquence : consiste à utiliser une solution à 0,2% (900ppm F<sup>-</sup>) **une fois par semaine ou par quinzaine**.

Les rinçages quotidiens avec un bain de bouche faiblement dosé (0,05% de NaF) sont plutôt destinés aux programmes de prévention individuels, à domicile.

Le rythme régulier et renouvelé jour après jour est simple à mémoriser et facile à suivre pour des patients en âge de traitement orthodontique.

Les rinçages hebdomadaires avec un bain de bouche à 0,2% de NaF nécessitent pour l'enfant une surveillance scolaire, ou un usage supervisé car il ne doit pas en déglutir.

Les bains de bouche hebdomadaires ou toutes les deux semaines sont courants dans les régions où l'eau de boisson n'est pas fluorurée ainsi que dans les pays scandinaves (Suède, Norvège, Danemark).

Ils constituent une méthode simple, efficace et peu onéreuse dans la prévention de la carie dentaire chez les enfants d'âge scolaire.

### Technique d'application :

- se rincer la bouche à l'aide de la solution après un brossage soigneux des dents,
- ne pas avaler,
- ne pas se rincer la bouche après utilisation.

BOOUNOUR G.M. et al., (1994, 18) recommandent un « modus operandi » pour les patients porteurs d'un appareil orthodontique :

- *volume du rinçage fluoruré* : de 7 à 10 ml en augmentant avec l'âge,
- *concentration* : 225 ppmF<sup>-</sup>
- *fréquence* : quotidienne, au moins pendant la durée du traitement d'orthodontie,
- *durée* : de 30 secondes à 2 minutes en augmentant avec l'âge,
- *moment* : après le brossage du soir,
- *température* : proche de 40°C, ce qui réduit les risques d'ingestion,
- *principe actif*: bifluorure d'ammonium.

### Efficacité :

Dans la plupart des études, les enfants font des bains de bouche une fois toutes les deux semaines, une fois toutes les semaines ou une fois par jour.

En synthétisant les résultats de 21 essais cliniques, T. MARTHALER (1988, 66), estime que les pourcentages de réduction carieuse se situent dans un intervalle de 20 à 45%.

Les résultats cliniques disponibles ne fournissent de preuve évidente quant à une moindre efficacité des rinçages toutes les deux semaines, par rapport au rinçages hebdomadaires. De plus, NaF et APF semblent d'efficacité égales.

Selon TRILLER M. et al., (1992, 101), les résultats de nombreuses études effectuées dans divers pays montrent une diminution de l'incidence carieuse de l'ordre de 35%, que les rinçages aient été effectués quotidiennement, une fois par semaine ou une fois tous les quinze jours.

De tels programmes ont été bien établis aux USA, en Scandinavie, au Royaume-Uni.

De très bons résultats ont également été rapportés à la suite de l'utilisation de bain de bouche au fluorure d'amine / fluorure de sodium à 250 ppmF<sup>-</sup> (VAN STRIJP A.J.P. et al., 1999, 104).

Selon HAIKEL Y., (2001, 48), la réduction de la carie, avec des préparations à base de NaF à 0,05% pour l'usage quotidien et de 0,2% pour l'usage hebdomadaire, est de **25% à 30%**.

PETERSSON L.G., (1993, 80), a rapporté le rôle essentiel joué par les bains de bouche fluorurés sur la reminéralisation des lésions carieuses initiales avec la même efficacité pour un bain de bouche à 0,05% de NaF ou à 0,044% APF utilisé quotidiennement, que pour un bain de bouche plus chargé en fluorures (0,2% Na F) utilisé seulement une fois par semaine.

DAMEN J.J.M. et al., (2002, 33), a montré le potentiel d'inhibition à la production acide d'un bain de bouche à base de fluorure d'amine.

Selon HEATH K. et al, (2001, 53), le bain de bouche semble fournir un plus haut taux salivaire de fluorure par rapport aux autres formes topiques.

Au cours des dernières décennies, l'usage des bains de bouche fluorurés est devenu l'une des méthodes de santé publique les plus utilisées pour la prévention des caries.

Si le risque carieux individuel du patient le justifie, la prescription de bains de bouche fluorurés à domicile est donc tout à fait recommandée, et **ce quelle que soit la concentration de fluor dans l'eau de boisson.** (OMS, 1994, 76)

L'avantage est particulièrement net pour les patients présentant un risque accru de caries, par exemple en cas de traitement orthodontique. Il faut souligner la nécessité de coopération du patient.

Les programmes d'utilisation des bains de bouche à l'école sont recommandés dans les communautés où l'apport en fluorures est faible et où la prévalence de caries est modérée à élevée. Par contre, ces programmes ne sont pas recommandés dans les communautés qui reçoivent une quantité optimale de fluorures.

Le danger d'intoxication aiguë est pratiquement nul si les quantités prescrites ou habituelles de produit sont utilisées.

Si le rinçage est fait correctement, la quantité de fluorures retenue avalée est minime.

Les bains de bouche ne sont pas recommandés chez les enfants âgés de moins de 6 ans.

Les adultes chez lesquels le risque de caries est modéré à élevé peuvent également utiliser à domicile des bains de bouche (OMS, 1994, 76).

Il est à noter que certaines formules commercialisées de rinçages quotidiens contiennent de l'**alcool** comme conservateur, peu indiqué pour les enfants. L'emploi d'une base alcoolisée n'est nullement justifié (HAGEDOM B. et al., 2000, 47), si ce n'est pour des raisons de goût et de facilité de préparation. L'utilisation quotidienne de bain de bouche à base d'alcool est à déconseiller fortement, car dangereuse en cas d'ingestion involontaire ou intentionnelle.

#### **- les gels fluorurés pour auto-application :**

Les gels fluorurés doivent être différenciés des pâtes dentifrices sous forme de gels. En effet, les premiers ne contiennent pas d'abrasifs et sont généralement plus fortement concentrés que les gels dentifrices.

#### Composition :

Les gels fluorurés sont neutres (NaF) ou acides (APF). Leur teneur en fluor est de 0,5%. Mais ils peuvent également contenir du SnF<sub>2</sub>, des amines fluorurées ou du bifluorure d'ammonium.

### Fréquence d'application :

Dans plusieurs pays européens, des gels contenant 12500 ppmF<sup>-</sup> sont, soit utilisés dans des programmes scolaires de brossage surveillé des dents (6 à 12 fois par an), soit recommandés pour une utilisation hebdomadaire à domicile, mais seulement à partir de l'âge de 8 ans. (OMS, 1994, 76)

Toutefois, la concentration en fluorures des produits destinés à l'auto-application est généralement inférieure à celle des produits utilisés par les professionnels.

La fréquence d'application varie en fonction du produit et de l'indication. Elle est quotidienne dans la prévention des caries post-radiothérapeutiques (produit à haute teneur en fluorure réservé à l'adulte, appliqué à l'aide de gouttières individuelles).

Dans la prévention des déminéralisations en orthodontie, les gels à 1000 ppmF<sup>-</sup> peuvent être utilisés quotidiennement par « cure » de 3 semaines, suivi d'un arrêt de 6 mois.

Mais il s'agit là d'une recommandation émanant d'un laboratoire.

Les gels par auto-application, dans les divers essais sont souvent utilisés en applications quotidiennes ou biquotidiennes pendant 3 mois (BOYD R.L., 1993, 20) ou pendant toute la durée du traitement orthodontique (ALEXANDER S.A., RIPA L.W., 2000, 4).

WEI S.H. et al., (1993, 111), MADLENA M. et al., (2002, 64), recommandent également l'application quotidienne de gels par le patient porteur d'un appareil d'orthodontie.

### Technique d'application :

Ce sont des gels qui peuvent être appliqués par le sujet lui-même.

Ces produits sont appliqués soit à l'aide d'un porte-empreinte (indispensable si le produit est fortement dosé), soit par brossage direct ou par simple application au doigt ou à la brosse à dents.

- appliquer le gel après un brossage soigneux,
- laisser agir plusieurs minutes (varie en fonction du produit),
- recracher l'excès,
- ne pas se rincer la bouche.

Ils sont particulièrement utiles pour deux catégories de patients hautement sensibles aux caries :

- ceux qui suivent un traitement orthodontique
- ceux qui présentent une xérostomie consécutive à une irradiation de la sphère oro-pharyngée en prévention de l'ostéoradionécrose.

Des gouttières individuelles sont réalisées par le praticien qui prescrit une quantité de gel suffisante pour la période concernée.

### Efficacité :

Selon BOUNOURE G.M. et FRINDEL F., (1977,17), l'application de gel, effectuée à l'aide d'une brosse souple, présente l'avantage de ne pas mobiliser de personnel qualifié ou de matériel qualifié. « Il constitue une excellente méthode d'appoint, se surajoutant avec succès à l'usage des dentifrices, à domicile ».

Cette méthode s'avère très efficace avec des taux de réduction allant jusqu'à 70% en milieu non fluoruré et jusqu'à 35% en milieu fluoruré (HAIKEL Y., 2001, 48).

HENNEQUIN M., (1999, 54), souligne le fait que l'accessibilité des sites concernés conditionne également l'efficacité du fluor. Ainsi, les faces vestibulaires et linguales sont facilement accessibles à l'action du gel. Les faces proximales le sont également si le temps de pose est respecté. Par contre, la morphologie complexe des puits et des sillons des faces occlusales limite le mouillage des anfractuosités par le gel fluoruré.

DE SOUSA M.L. et al., (2002, 38), ne trouve pas de différence significative au niveau de l'efficacité du gel fluoruré par rapport au bain de bouche fluoruré.

VIERROU A.M. et al., (1986, 106) montre qu'une application de gel au fluorure d'étain à 0,4%, biquotidienne pendant 6 semaines, chez des patients porteurs d'un appareil multiattache, a entraîné la réduction du taux de *S. mutans* salivaire pendant l'exposition fluorurée et les 3 semaines suivantes.

### **- les gommes à mâcher :**

Le « chewing-gum » fluoruré constitue un vecteur de fluor plaisant par voie locale et par voie générale, à condition toutefois que les constituants édulcorants ne soient pas fermentescibles par la plaque bactérienne.

Il permet par ailleurs de stimuler la sécrétion salivaire.

Lorsque ces pâtes sont utilisées plusieurs fois par jour, il y a une augmentation de la concentration de fluor dans la salive qui est susceptible d'atteindre jusqu'à 40 fois le niveau de concentration d'origine, mais la stimulation salivaire entraîne une accélération de la clairance du fluor.

Une mastication importante de chewing-gum comportant comme édulcorant du xylitol aura également pour effet une diminution du nombre de *Streptococcus mutans* ainsi qu'une augmentation du pH de la plaque dentaire, et une diminution de 80% de l'indice CAO chez des sujets utilisant du chewing-gum au xylitol à la dose de 6-7g / jour par rapport à des chewing-gum au saccharose consommés à la même dose.

Les pâtes à mâcher fluorurées trouvent des indications particulières chez les sujets présentant une xérostomie partielle et des caries rampantes.

Cependant, en orthodontie, « chewing-gum » et appareillages ne font pas bon ménage. De plus, en ce qui concerne les enfants sans appareillages, peu d'entre eux jettent le chewing-gum après disparition du goût sucré (comme il est recommandé dans les mesures prophylactiques). L'instauration de cette mauvaise habitude peut avoir des conséquences néfastes sur les structures neuro-musculo-articulaires qui, physiologiquement, n'ont pas pour fonction de mastiquer des heures durant.

Il est difficile de comparer l'efficacité des différents modes d'application car la fréquence d'application, le dosage en fluor, la taille des échantillons, le bilan fluoruré, l'indice carieux moyen, le contrôle du respect de la posologie ...varient en fonction des études

MARTHALER T. en 1988 (66), a résumé les fréquences d'utilisation des produits fluorurés topiques utilisés dans divers programmes de prévention .

| Fréquence d'application topique | Application par le patient à domicile | Programme de prévention à l'école | Application topique professionnelle |
|---------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Tous les jours                  | Bain de bouche                        |                                   |                                     |
| Toutes les semaines             | Gels                                  | Bain de bouche                    |                                     |
| Tous les 15 jours               |                                       | Bain de bouche, brossage avec gel |                                     |
| Tous les mois                   |                                       | Brossage avec gel                 |                                     |
| 1, 2 ou 4 fois par an           |                                       |                                   | Solutions, gels, vernis, pâtes      |

**Tableau 5 :** Fréquence d'utilisation des produits fluorurés topiques dans différents programmes de prévention. (MARTHALER T, 1988, 66).

## 3.5. Produits disponibles

### 3.5.1. Gels fluorurés

(VIDAL, 2003, 105), (ROQUIER-CHARLES D., 2002, 84)

- Gels à haute teneur en fluorures commercialisés actuellement en France :

| Produit   | pH  | F <sup>-</sup> (%)                  | Composition  | Avantages   | Inconvénients  |
|---|-----|-------------------------------------|--|---|--|
| <b><u>FLUOCARIL BI-FLUORE 2000®</u></b><br><i>Gel dentaire</i><br>Sanofi-Synthélabo OTC (Dentoria)<br>AMM<br>Liste II<br>Réservé à l'usage professionnel<br>Non remboursé<br>Commercialisé depuis 1971<br>Flacon 250 ml | 6,5 | 2%<br><b>20000 ppmF<sup>-</sup></b> | <b>Na<sub>2</sub>PO<sub>3</sub>F :</b><br>11,40g<br><b>NaF:</b><br>1,10g<br><b>Acide phosphorique :</b><br>0,5g<br>Contient 2000 mg de fluor actif | Association MPF et NaF plus efficace que MPF de Na seul<br>pH quasi neutre<br>NaF : sel fluoruré plus pour lequel le recul clinique et expérimental est le plus important | Réservé à l'adulte<br>Présence de dérivés terpéniques : en cas de non respect de la posologie recommandée, peuvent abaisser le seuil épileptogène<br>Non remboursé   |
| <b><u>FLUOGEL®</u></b><br>Sanofi-Synthélabo OTC (Dentoria)<br>AMM<br>Remboursé à 65% 2,65€<br>Commercialisé depuis 1983<br>Flacon 90 ml   | 5,5 | 1%<br><b>10000 ppmF<sup>-</sup></b> | <b>NaF :</b><br>0,553g<br><b>Bifluorure d'ammonium :</b><br>1,126g<br>Contient 1000 mg de fluor actif  | Mêmes avantages pour le NaF que ci-dessus<br>Goût agréable<br>Manipulation simple<br>Remboursé 65%  | Réservé à l'adulte<br>Présence de dérivés terpéniques (allergisants).<br>Effets indésirables : Irritation des muqueuses en raison de la présence d'acide benzoïque.<br>Risque d'eczéma de contact en raison de la présence de propylène glycol.<br>Plutôt indiqué pour la prévention des caries post-radiothérapeutiques |

Tableau 6 : Gels à haute teneur en fluorures commercialisés en France.

Ils s'appliquent sur les dents détartrées **à l'aide de gouttières** spéciales pour le premier, et de gouttières individuelles pour le second.

Ce sont deux spécialités pharmaceutiques. Elles font donc l'objet d'une AMM : autorisation de mise sur le marché. Il s'agit de médicaments destinés à être en contact avec les dents, pour des traitements ou des soins de fluoroprophylaxie chez les sujets présentant un risque de polycaries (ROQUIER-CHARLES D., 2002, 84).

En effet, selon l'absence ou la présence de certains constituants actifs et leur dosage, il existe deux catégories de produits bucco-dentaires :

- ceux ayant fait l'objet, comme les médicaments, d'une autorisation de mise sur le marché, parce que contenant des substances appelées « produits actifs », par exemple du fluor à concentration supérieure ou égale à 150 mg/100g soit à 1500 ppm (dose exprimée en fluor actif et non en sel fluoré) ;
- ceux classés « produits cosmétiques », définis par les articles L. 658-1 et suivants du Code de la santé publique, vendus en grande surface et/ou en pharmacie.

Le FLUOCARIL BI-FLUORE 2000® est non remboursé par la sécurité sociale, réservé à l'usage professionnel et inscrit sur la liste II.

Les spécialités pharmaceutiques inscrites sur la liste II portent sur l'emballage la mention « ne peut être obtenu que sur ordonnance médicale » et un rectangle blanc dont le cadre est formé d'un filet vert permettant au pharmacien de procéder aux inscriptions obligatoires (numéro de l'ordonnancier, etc ...). En officine, ces produits doivent être stockés dans des locaux sans accès aux personnes étrangères. De plus, les étiquettes intérieures et extérieures doivent comporter, en toutes lettres, le nom de la substance active, sa concentration et la quantité contenue dans le flacon ainsi qu'une contre-étiquette rouge portant les mentions « ne pas avaler » et « respecter les doses prescrites ».

Ce produit est réservé à l'adulte.

**- Gels à haute teneur en fluorures commercialisés à l'étranger :**

Il existe également de nombreux gels non commercialisés en France (tableau 7), pour des raisons de législation (dosage trop important, produit non autorisé en France) ou pour des raisons purement commerciales.

| Produit  | pH  | F <sup>-</sup> (%)                     | Composition   | Avantages   | Inconvénients  |
|--|-----|--|---|---|--|
| <b><u>APF® (Acidulated Phosphate Fluoride)</u></b><br>3M, USA  | 3,2 | 1,23%<br><b>12300 ppmF<sup>-</sup></b> | <b>NaF</b><br><b>HF</b><br>dans <b>H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></b><br>(0,1 N) | Goût cola, orange, framboise<br><br>Milieu acide favorise les échange : amplifie la pénétration de fluor dans l'émail adulte en augmentant la déminéralisation du réseau cristallin superficiel | Son acidité peut irriter les muqueuses<br><br>Doit être réservé aux bouches ne comportant aucune restauration composite ou céramique (MORAND J.M., 1993, 69) |
| <b><u>ELMEX® GELEE</u></b><br>GABA, Suisse<br>Commercialisée en Suisse, Belgique, Hollande, Luxembourg | 4,8 | 1,25%<br><b>12500 ppmF<sup>-</sup></b> | <b>AmF</b><br><b>NaF</b><br>sans colorant, ni conservateur, ni abrasif        | propriétés tensioactives : répartition des F <sup>-</sup> plus rapide dans les sillons et les espaces interdentaires.   | assez astringent   |
| <b><u>MIRAFLUOR-K-GEL®</u></b><br>Hager & Werken, Allemagne<br>Flacon 250 ml                           | ?   | 0,615%<br><b>6150 ppmF<sup>-</sup></b> | <b>NaF :</b><br>1,36g   | Goût Cola   |  |
| <b><u>NUPRO-NEUTRAL®</u></b><br>Johnson & Johnson  | ?   | 2%<br><b>20000 ppmF<sup>-</sup></b>    | <b>NaF</b>  |   |  |

Tableau 7: Quelques gels à haute teneur en fluorures commercialisés à l'étranger

- Gels à faible teneur en fluorures, commercialisés en France :

Ils sont tous destinés aux applications topiques ambulatoires.

| Produit  | pH  | F <sup>-</sup><br>(%)                | Composition<br>(pour 100g)  | Avantages   | Inconvénients  |
|--|-----|--------------------------------------|---|---|--|
| <b><u>EMOFORM GEL®</u></b><br>Pfizer<br>Tube de 75 ml<br>6,40€   |     | 0,1%<br><b>1050 ppmF<sup>-</sup></b> | <b>SnF<sub>2</sub> stabilisé :</b><br>0,4g  | arôme menthe<br>est indiqué pour<br>les porteurs<br>d'appareils<br>orthodontiques.<br><br>SnF <sub>2</sub><br>particulièrement<br>dirigé contre <i>S.</i><br><i>mutans</i> (lié aux<br>ions Sn <sup>2+</sup> )                          | Ne pas donner aux<br>enfants de moins de<br>6 ans.<br><br>Risque de coloration<br>lié à la formation de<br>sulfure d'étain.<br><br>Risque d'eczéma de<br>contact en raison de<br>la présence de<br>propylène glycol. |
| <b><u>GEL-KAM®</u></b><br>Gamme<br>FluoriGard de<br>Colgate<br>Commercialisé<br>en 1992<br>Flacon de 100<br>ml | 3,5 | 0,1%<br><b>1000 ppmF<sup>-</sup></b> | <b>SnF<sub>2</sub> stabilisé :</b><br>0,4g  | Goût agréable<br><br>pH acide :<br>adsorption de l'ion<br>fluorure optimisée.<br><br>Formule sans<br>alcool<br><br>SnF <sub>2</sub><br>particulièrement<br>dirigé contre <i>S.</i><br><i>mutans</i> (lié aux<br>ions Sn <sup>2+</sup> ) | Ne pas donner aux<br>enfants de moins de<br>6 ans.<br><br>Risque de coloration<br>lié à la formation de<br>sulfure d'étain.  |
| <b><u>SENSIGEL®</u></b><br>Pierre Fabre<br>Santé<br>Tube de 50 ml  | ?   | <b>1500 ppmF<sup>-</sup></b>         | <b>Fluorhydrate<br/>de<br/>nicométhanol :</b><br>0,85g<br><br><b>Nitrate<br/>de potassium :</b><br>5g | Amine fluorée de<br>deuxième<br>génération :<br>possède un très<br>bon pouvoir de<br>fixation sur la dent   | Plutôt indiqué dans<br>les cas<br>d'hypersensibilité<br>dentinaire   |

Tableau 8 : Gels à faible teneur en fluorures commercialisés en France.

### 3.5.2. Bains de bouche fluorurés

(VIDAL, 2003, 105), (ROQUIER-CHARLES D., 2002, 84)

| Produit  | pH  | % (F <sup>-</sup> )   | Composition (pour 100ml)   | Avantages   | Inconvénients   |
|--|-----|---|--|---|---|
| <b><u>FLUOCARIL® BI-FLUORE</u></b><br><b><i>Bain de bouche</i></b><br>Sanofi-Synthélabo OTC<br>Flacon de 300 ml ou de 1000 ml<br>Non remboursé AMM |     | 2,5 mg/10ml (soit un bouchon de solution)<br><b>250 ppmF<sup>-</sup></b>                                      | <b>Na<sub>2</sub>PO<sub>3</sub>F :</b><br>137 mg<br><b>NaF :</b><br>13,3 mg                      | S'utilise pur<br>Spécialités pharmaceutiques  | Tenir compte de la présence d'éthanol, de dérivés terpéniques, d'acide benzoïque et de benzoate de sodium.<br>Alcoolisé<br><br>Contre-indiqué chez l'enfant de moins de 6 ans |
| <b><u>ELMEX® PROTECTION CARIE</u></b><br><b><i>Solution dentaire</i></b><br>GABA<br>Flacon de 400ml avec bouchon doseur de 10 ml                   | 4,3 | <b>250 ppmF<sup>-</sup></b><br>dont 125 ppmF <sup>-</sup> de AmF et 125 ppmF <sup>-</sup> de NaF              | <b>Fluorures d'amines</b><br><b>Olafluor :</b><br>0,1313%<br><b>NaF :</b><br>0,0333%             | S'utilise pur<br>Ne contient pas d'alcool, ni colorants artificiels<br><br>Tensioactivité<br><br>Indiqué pour les patients suivant un traitement d'orthodontie  | Pour les adultes et les enfants à partir de 6 ans   |
| <b><u>MERIDOL®</u></b><br><b><i>Bain de bouche</i></b><br>GABA<br>Flacon de 400ml avec bouchon doseur  | 4,2 | <b>250 ppmF<sup>-</sup></b><br>dont 125 ppmF <sup>-</sup> de AmF et 125 ppmF <sup>-</sup> de SnF <sub>2</sub> | <b>Fluorures d'amines</b><br><b>Olafluor :</b><br>0,1641%<br><b>SnF<sub>2</sub> :</b><br>0,0523% | S'utilise pur<br>Nouvelle formule sans alcool<br><br>Inhibition de la reformation de la plaque dentaire et prévention de l'inflammation gingivale<br><br>Indications dans les cas de porteurs d'appareils d'orthodontie | Pour les adultes et les enfants à partir de 6 ans   |

Tableau 9 : Bain de bouche fluorurés commercialisés en France

Contrairement au gel, le bain de bouche aide à protéger les sites qui ne peuvent être atteints par la brosse à dents.

Remarque : FLUOSEPT® (PIERRE FABRE), bain de bouche à **haute teneur** en fluorure (13130 ppmF), contenant du bifluorure d'ammonium et du salicylate de benzyle, et ayant l'AMM (1947, validée 1996), n'est plus commercialisé actuellement.

### 3.5.3. Vernis fluorurés

Deux vernis sont disponibles actuellement.

**DURAPHAT®** (PHARMASCIENCE) :

Ce vernis est un matériel visqueux, jaune, qui contient 22600 ppm F<sup>-</sup> sous forme de fluorure de sodium dans une base neutre de colophonium naturel.

**FLUOR PROTECTOR®** (VIVADENT) :

Incolore, il contient 7000 ppm F<sup>-</sup> sous forme d'un composé organique, le difluorosilane dans une base de polyuréthane.

Ces produits ont fait l'objet de nombreuses études de laboratoire et d'études cliniques.

## 3.6. Intérêt de l'association de plusieurs vecteurs fluorurés

Il a été prouvé que quasiment toutes les méthodes d'application topique fluorurée donnaient un effet cariostatique synergique par potentialisation et non par effet additif, par rapport aux dentifrices fluorurés seuls. Cependant, quand la moyenne des indices carieux est basse dans une population, seuls les essais avec un très grand nombre de sujets peuvent détecter un effet cariostatique supplémentaire statistiquement significatif.

Quand deux ou trois méthodes de prévention fluorurée sont déjà appliquées dans la population, ce qui est souvent le cas dans les études récentes (eau de boisson fluorurée, dentifrice fluoruré), le bénéfice obtenu devient plus difficile à mettre en évidence, sauf avec de très larges échantillons, ceci pour trois raisons : (MARTHALER T., 1988, 66)

- Dans les populations où l'indice carieux est bas, certains sujets ne développeront plus de caries et une méthode supplémentaire ne pourra donc pas réduire le nombre de caries dans cette subpopulation puisqu'elles n'existent pas.
- Certains types de lésions comme les caries des surfaces lisses ou certains sites comme les incisives sont plus faciles à prévenir que les caries des sillons ou des fosses. Or ce dernier type de carie constitue la majeure partie de l'indice carieux depuis que celui-ci a considérablement diminué.
- Quand deux mesures agissent par des mécanismes similaires, il est concevable de penser que l'effet combiné n'est pas proportionnellement plus important que l'une ou l'autre des deux mesures prise seule. Cette argumentation repose sur le fait que, par exemple, la reminéralisation d'une lésion carieuse type « white spot » serait favorisée, une fois la concentration nécessaire atteinte, et l'apport fluoré supplémentaire ne serait pas utile.

Un recours simultané à plusieurs méthodes d'application topique de fluor peut séduire le clinicien soucieux d'être le plus efficace possible pour ses patients, sans risques de surcharge.

Depuis deux décennies, dans une grande majorité d'études, deux modes d'apport fluorurés ont été associés :

- le brossage avec des dentifrices fluorurés alternant avec des gels, d'une part
- la combinaison des rinçages avec les pâtes dentifrices, d'autre part.

« Le rendement des deux méthodes associées assure de meilleurs résultats que chacune d'entre elles prises séparément » (BOOUNOUR G.M. et al., 1994, 18).

En effet, selon ZIMMER S., (2001, 117), l'application 2 fois par an de vernis en plus du brossage conventionnel au dentifrice apporte une inhibition carieuse de 38%. L'utilisation de gels à 1,25% de fluorure, appliqués 30 fois en plus du brossage conventionnel, apporte une inhibition carieuse de 40%.

La variété des méthodes d'applications locales, associant des techniques collectives et individuelles, offre des possibilités thérapeutiques incomparables pendant toute la durée d'utilisation des thérapeutiques orthodontiques fixes ou amovibles (ZACHRISSON B.U. 1975, 115),.

Ainsi, les ciments verres ionomères montrent leur capacité à agir comme des réservoirs d'ions F<sup>-</sup> quand ils sont exposés au gel SnF<sub>2</sub> (ASHCRAFT D.B. et al., 1997, 7).

### **3.7. Instabilité temporelle des apports fluorurés**

L'efficacité et le rendement des applications topiques fluorurés, s'ils sont incontestés, sont sous la dépendance d'une diminution progressive de la rétention de fluor.

Le fluor adsorbé à la surface de l'émail, dans la salive ou sur la plaque ne l'est pas indéfiniment.

Lors de la période d'application des topiques fluorurés, la concentration en fluor croît puis décroît lentement en suivant une pente d'allure assez linéaire dans le temps. Cette décroissance, qui traduit une relâche du fluor, permet encore d'exercer des effets protecteurs. Des fluorures persistent dans des aires de stagnation intrabuccales ou sur les sites poreux des lésions carieuses, pendant un long moment.

Cependant, la majeure partie du fluorure est déglutie en ne laissant que des traces de fluor dans les couches amélaires externes (BOOUNOUR G.M. et al., 1994, 18).

### **3.8. Toxicité et innocuité**

Les lésions dentaires fluorotiques apparaissent précocément lorsque l'ingestion de fluor, pendant la période de formation et de minéralisation des germes dentaires, dépasse la dose de 1,5 ppm /24h.

Le stade de développement de l'émail le plus vulnérable à une absorption excessive de fluorure est le stade de transition, entre la fin du stade de sécrétion et le début du stade de maturation. La période de risque maximal se situera approximativement de l'âge de 18 mois à 3 ans en ce qui concerne les incisives centrales et latérales.

L'utilisation de dérivés fluorurés dans la prévention de la carie, que ce soit par la voie générale ou par la voie topique, doit donc être surveillée avec vigilance de manière à éviter la multiplication inutile d'apports en fluor, surtout chez les très jeunes enfants.

DESFONTAINE J., en 2002, (37), propose, en référence aux recommandations françaises, un arbre de décision à la prescription en fonction de l'environnement de chaque enfant.

De nombreuses études montrent qu'une quantité assez importante de dentifrice est ingérée par l'enfant lors du brossage des dents. (WHITFORD G.M., 1996, 112)  
Cette quantité est d'autant plus importante que l'enfant est jeune.

#### - Bain de bouche :

Pour évaluer la quantité de fluor ingéré, il faut connaître :

- la concentration en fluor du bain de bouche,
- le volume utilisé,
- le temps de rinçage,
- l'âge moyen du consommateur.

Les adultes n'ingurgitent pas de façon appréciable le bain de bouche pendant de longues séances de 30 secondes à 2 minutes de rinçage, (ce qui est important à savoir vis-à-vis des fortes concentrations fluorées dans les bains de bouche).

En revanche, les enfants ingurgitent 20% de la solution lors de rinçages de 60 secondes avec 10 ml de bain de bouche entre 7 et 15 ans.

Pour les solutions de bains de bouche les plus couramment employées, l'absorption du cinquième de 10 ml de solution :

- dosée à 225 ppmF (c'est-à dire à 0,05% de NaF), correspond à 0,5 mg de fluorure.
- dosée à 900 ppmF (c'est-à dire à 0,2% de NaF), correspond à 2 mg de fluorure.

L'ingestion accidentelle de 5 ml d'une solution dosée à 0,05% de fluorure de sodium reviendrait à délivrer seulement 1,14 mg de fluor, soit une dose totalement atoxique.

« Ajoutée à la quantité fournie par les autres vecteurs du fluor, cette dose est, sinon négligeable par suite de la dilution inévitable qui survient en milieu salivaire, du moins demeure-t-elle en deçà des limites admises de sécurité. Les rinçages de bouche sont donc une méthode sûre pour véhiculer le fluor » (BOOUNOUR G.M. et al., 1994, 18).

Cependant, pour se prémunir de tout risque de toxicité, il faudrait que les présentations commercialisées par l'industrie pharmaceutique ne dépassent pas un volume de 250 à 300 ml et soient munies de bouchons de sécurité. Il faudrait donc réduire les volumes commercialisés en adaptant les contenants à la concentration en fluor mais aussi en éthanol (jusqu'à 7%) de la solution.

En effet, il existe également des risques -minimes-, dempoisonnement par l'éthanol : un garçon de cinq ans devrait absorber environ 1000 ml en une seule fois d'une solution à 7% d'éthanol pour approcher la dose léthale.

**Il convient de retenir que les bains de bouche fluorurés sont contre-indiqués chez les enfants de moins de 6 ans. (rapport OMS)**

MUSTER. D., 2001, (71), mentionne d'autres contre- indications :

- dans les cas d'hypersensibilité aux différents constituants,
- chez les enfants de moins de 30 mois, en cas de présence de menthol.

#### **- Gels fluorurés :**

Un seul millilitre d'un gel fluoruré à usage professionnel peut contenir, selon le produit considéré, de 9 à 19 mg de fluor (TRILLER M. et al., 1992, 101).

Conformément à la procédure d'application décrite précédemment, la dose de gel à ne pas dépasser par séance chez l'adulte est de 5 ml.

Lorsque le gel utilisé a une concentration en fluor de 1000 mg F<sup>-</sup>/100g soit 10 000 ppm F<sup>-</sup>, la dose de fluor déposée sous gouttière pendant la durée de la séance, sera d'environ 50 mg.

En raison du risque potentiel de déglutition du produit, celle-ci ne serait-elle que partielle, cette méthode est à utiliser avec prudence chez l'enfant ; **elle est contre-indiquée chez l'enfant d'âge préscolaire.**

A cet égard, il y a lieu de retenir la règle de sécurité énoncée par MARTHALER T., (1988, 66), qui est de ne jamais mettre dans la cavité buccale d'un enfant plus de milligrammes de fluor que le chiffre de son poids en kg.

Ainsi, un enfant pesant 20 kg (poids moyen d'un enfant de 6 ans) ne doit pas recevoir une application endobuccale de plus de 20 mg de fluor. En cas d'indication spécifique d'utilisation de gels à haute teneur en fluor et prenant l'exemple du produit choisi plus haut, il faudra réduire chez lui, la quantité de gel à déposer à 1 ml par gouttière, soit au total 2 ml par séance.

Il faut bien préciser que les préparations fluorurées courantes, utilisées de façon appropriée, dans le cadre de la prophylaxie dentaire, ne comportent jamais le risque de provoquer une intoxication aiguë. L'unique exception peut provenir des gels à hautes teneur en fluor dont un enfant est susceptible de déglutir en une fois 30-60 mg.

### **3.9. Intérêt de la prévention fluorurée topique en orthodontie**

#### **3.9.1. Résultats de la prophylaxie en orthodontie**

Les applications de topiques fluorurés réduisent de façon significative les **risques de caries** sur les dents évoluées, mais leurs effets sont encore supérieurs sur les dents en éruption (ZACHRISSON B.U., 1975, 115).

En effet, peu après l'éruption, l'email est fortement perméable au fluor.

BOYD R.L., 1993, 20, a montré que l'utilisation de bain de bouche à 0,05 % de NaF ou de gel à 0,4 % de SnF<sub>2</sub>, en complément du brossage avec un dentifrice à 1000 ppmF<sup>-</sup>, apporte une protection supplémentaire contre les déminéralisations survenant au cours du traitement orthodontique, que le dentifrice seul.

Il n'y a pas de différence significative entre les groupes prenant du gel et ceux prenant le bain de bouche.

Une évaluation à long terme de l'application biquotidienne d'un gel SnF<sub>2</sub> à 0,4%, en complément du brossage conventionnel des dents, pour le **contrôle de la gingivite** chez les patients adolescents en orthodontie, a mis en évidence une diminution de l'indice de plaque et donc de l'inflammation gingivale (BOYD R.L., 1994, 21).

L'indice gingival et l'indice de saignement sont également plus bas avec le gel SnF<sub>2</sub> associé au brossage, qu'avec le brossage seul (BOYD R.L., 1994, 23).

Le gel SnF<sub>2</sub> à 0,4 % est un agent efficace de prévention fluoruée en orthodontie mais de légères colorations surviennent dans 10% des cas.

### **3.9.2. Reminéralisation des lésions précarieuses**

La lésion initiale peut apparaître très tôt, à 1 mois dès la pose de l'appareil. La perte substantielle de matière minérale autour de la périphérie du bracket peut se produire sans avoir été observée cliniquement.

Il est indiscutable que la présence de fluor dans les fluides buccaux ou au contact direct de l'émail favorise la reminéralisation des lésions précarieuses.

« Quelles que soient les hypothèses émises ou les explications données sur le fonctionnement des processus de déminéralisation / reminéralisation, au cours des traitements orthodontiques, un ensemble de travaux convergent pour indiquer que l'orthodontiste ne saurait se priver des avantages que procurent les fluorures, vis-à-vis de la réduction du nombre et de la sévérité des opacités, qui sont annonciatrices de caries » (BOOUNOURE G.M. et al., 1994, 18).

Une étude de ALEXANDER S.A. et RIPA L.W., (2000, 4), a montré que **11 à 15 %** des lésions blanches se sont reminéralisées avec un programme fluoruré combinant dentifrice et gel ou bain de bouche.

Après la dépose des bagues, les applications fluorurées topiques sont particulièrement indiquées. Les surfaces mésiales et distales sont plus accessibles du fait du vide laissé par l'épaisseur des deux bagues adjacentes (BOOUNOURE G.M., VEZIN J.C., 1980, 19).

## **3.10. Produits fluorurés et appareils orthodontiques**

### **3.10.1. Appareil amovible**

Peu d'études concernent l'incidence des produits fluorurés topiques sur les plaques amovibles. Leur incidence est supposée quasi nulle.

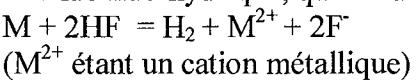
Toutefois, au niveau des crochets, des potences, des ressorts ou des bandeaux métalliques, une très faible corrosion en présence de l'ion fluorure existe, mais elle est sans conséquence. En effet, selon KEDICI S.P. et al., (1998, 56), les métaux et leurs alliages montrent une perte ionique dans toute solution électrolytique, telle qu'une solution fluorurée par exemple.

### **3.10.2. Appareil multiattaché**

#### 3.10.2.1. Corrosion des fils

Selon MUSTER D., (2001, 71), «certains bains de bouche fluorés peuvent empêcher l'ostéo-intégration ou accélérer la corrosion d'implants dentaires ou de restaurations métalliques. »

L'acide fluorhydrique, qui est un acide faible, attaque les métaux selon la formule :



Ainsi, TOUMELIN-CHEMLA K. et al., (1996, 99), ont montré que le titane souffrait d'un important processus de corrosion en présence d'un milieu fluoruré acide (étude portant sur un gel à 10000 ppmF<sup>-</sup>). Des études sur ce phénomène et sur les recommandations qui s'ensuivent sont nécessaires.

Une corrosion du titane, certes mineure, au fluorure contenu dans le thé, a même été mise en évidence (HARZER W. et al., 2001, 51) !

### 3.10.2.2. Collage des brackets

Les applications fluorées, si elles sont indiquées après le collage, sont déconseillées avant la pose de l'appareillage. En effet, la fluoruration, en augmentant la résistance à la déminéralisation des couches superficielles de l'émail, diminue les effets du mordançage, et fragilise la tenue des attaches sur les dents (TERK B., 1993, 96). Le mieux est parfois l'ennemi du bien.

Il convient donc de reporter l'exécution de toutes les ordonnances de traitement au fluor comportant de fortes concentrations et d'attendre la mise en place de l'ensemble des dispositifs qui nécessiteraient une altération chimique par mordançage superficiel (BOUNOURE G.M., et al., 1994, 18).

En s'opposant à la déminéralisation superficielle créée par l'acide phosphorique, l'agent topique fluoruré diminue l'importance des micro-invaginations rétentives et limite la surface développée par le collage.

### 3.10.2.3. Action sur les chaînes élastomériques

VON FRAUNHOFER J.A. et al. (1992, 108), ont montré que les traitements fluorurés topiques avaient une incidence sur les propriétés élastiques des chaînes élastomériques. En effet, ils entraînent une légère diminution de leur élasticité.

### 3.10.2.4. Action sur les brackets

D'après une étude de KULA K. et al., 1994, 59, les produits topiques fluorurés disponibles dans le commerce, appliqués sur des brackets céramiques à l'oxyde d'aluminium, ne causent pas de dégâts, de défauts de surface ou de pertes significatives de substance, comparés à des contrôles avec de l'eau.

DAMON P.L. et al., (1994, 34), a montré également que les applications fluorurées n'affectent pas la tenue des attaches orthodontiques.

Une légère coloration des brackets céramiques et métalliques peut apparaître si l'application fluorurée, quelle que soit sa forme, contient du fluorure d'étain.

## **3.11. Produits fluorurés et matériaux rencontrés dans la cavité buccale des patients suivis en orthodontie**

### **3.11.1. Produits fluorurés et sealants**

WARREN D.P. et al., (2001, 110), ont montré que la rétention des sealants n'était pas affectée par une application topique fluoruée précédant immédiatement leur placement.

Cette étude confirme les résultats d'essais menés *in vitro* en 1998, par KOH S.H. et al., (57), ainsi que ceux menés *in vivo*, également par KOH S.H. et al. (1995, 58) : les traitements fluorurés topiques qu'ils soient composés de NaF, de SnF<sub>2</sub>, ou d'APF, n'ont pas d'incidence sur la rétention des sealants.

### **3.11.2. Produits fluorurés et résines composites**

YIP K.H. et al., (2001, 114), ont montré que le gel APF à 1,23%, entraînait un état de surface rugueux au niveau des résines composites, des compomères et des verres ionomères. L'effet érosif de ce gel augmente l'adhésion bactérienne et peut diminuer la longévité des restaurations. Cela confirme les études de KULA K. et al., (1997, 60), TURSSI C.P. et al., (2001, 103), et CEHRELI Z.C. et al., (2000, 30).

Cependant, l'influence des agents contenant de l'APF peut être minimisée par l'utilisation de composites hybrides (SOENO K., et al., 2000, 92).

NEWBRUN E., (2001, 73) recommande plutôt l'utilisation de NaF à la place de l'APF en présence de reconstitutions esthétiques.

**CHAPITRE IV**  
**TRAVAUX PERSONNELS**

**ENQUETE : PREFERENCE DU PATIENT  
AU SUJET DES FORMES  
D'APPLICATION TOPIQUE A  
DOMICILE.**

## **4.1. Protocole**

### **4.1.1. Objectifs**

Cette enquête a pour but de déterminer quelle forme d'application topique fluorurée les patients porteurs d'un appareil multiattache préfèrent, ceci afin de guider l'orthodontiste dans sa prescription.

Le choix se fera entre un bain de bouche et un gel fluoruré.

On ne cherche nullement à comparer leur efficacité relative qui, selon divers travaux publiés à ce sujet, semble voisine.

### **4.1.2. Matériels et méthode**

#### 4.1.3.1. Critères d'inclusion :

Cette enquête s'effectue au sein d'une population de patients porteurs d'appareils orthodontiques multiattache maxillaire et mandibulaire, traités dans l'exercice d'un même praticien, pris au hasard.

On exclut tout patient présentant un risque de fluorose.

#### 4.1.3.2. Présentation de l'échantillon :

Il est constitué de 40 patients.

Sur le questionnaire (cf. annexes), figurent les caractéristiques propres à chaque enfant :

- âge,
- sexe,
- ville de résidence,
- nombre de frères et sœurs,
- habitudes d'hygiène bucco-dentaire,
- habitudes d'hygiène alimentaire,
- état bucco-dentaire : les indices gingival et de plaque permettant d'objectiver l'efficacité du brossage ; l'indice CAOD, le risque carieux.

**L'échantillon est constitué de :**

- 16 filles (40%) et de 24 garçons (60%) (figure n°28).
- la moyenne d'âge est de  $16,9 \pm 8,6$  ans, la dispersion des âges étant très importante avec des valeurs allant de 10 ans jusqu'à 43 ans. La médiane, valeur qui partage la série classée en 2 groupes de même effectif, est à 14 ans.

**Les enfants participant à cette étude sont issus :**

- pour la plupart de familles composées de deux ou trois enfants (87,5%) (figure n°29).
- de familles vivant le plus souvent à proximité de Nancy (85 %).

**Habitudes d'hygiène bucco-dentaire :**

*Brossage :*

- 60% d'entre eux se brossent les dents deux fois par jour.
- 30% trois fois par jour
- 10% n'utilisent la brosse à dents qu'une fois par jour, malgré les conseils d'hygiène prodigués en début de traitement orthodontique ! (figure n°30)

### *Dentifrice :*

- 97,5% d'entre eux utilisent un dentifrice fluoruré.
- Seul un patient utilise une pâte gingivale qui ne contient pas de fluor, pour ses problèmes de gencives.

### *Bilan fluoruré :*

- 62,50% de ses patients ont pris des comprimés fluorurés dans leur enfance. Les patients adultes de cette étude n'en ont pas bénéficié.
- 40% des patients boivent de l'eau du robinet. 7,50% de l'eau minérale ou de l'eau du robinet. Le reste des patients boivent de l'eau minérale mais changent souvent de marque, ce qui rend difficile l'évaluation exacte de l'apport fluoruré. De plus, de nombreux patients ne savent pas si le sel de table consommé est fluoruré ou non.
- Seuls deux patients utilisent déjà un moyen de prévention fluoruré topique à domicile, en complément du brossage : un patient adulte se rince la bouche tous les soirs avec un bain de bouche fluoruré, l'autre patient, plus jeune (14 ans), utilise du gel fluoré « parfois ».
- 7,50% des patients ont déjà eu des fluorations professionnelles (application de gel ou vernis).

### **Habitudes alimentaires :** (figure 31)

- La plupart des patients (67,5%) prennent 2 ou 3 aliments sucrés par jour, mais 2,5% d'entre eux en absorbent jusque 6 par jour.
- 52,5% des patients prennent des boissons sucrées quelques fois dans la semaine, 35% tous les jours, 12,5 % plusieurs fois par jour.

### **Etat bucco-dentaire :** (figures 32, 33, 34)

Lors de l'examen clinique, différents indices sont déterminés :

- *l'indice de plaque (PLI)*  
0 → pas de plaque  
1 → visible sur la sonde  
2 → visible à l'œil nu  
3 → forte accumulation
- *l'indice gingival (GI)*  
0 → pas d'inflammation  
1 → inflammation discrète  
2 → inflammation marquée : rougeur, hypertrophie, saignement provoqué  
3 → inflammation très importante : rougeur, hypertrophie, saignement spontané, ulcérations possibles
- *l'indice carieux CAOD*  
Il enregistre le nombre de dents :  
 $C \rightarrow$  Cariées  
 $A \rightarrow$  Absentes  
 $O \rightarrow$  Obturées } sur les dents Définitives  $D$

En prenant soin de ne pas comptabiliser les dents absentes pour des raisons autres que celles relevant des complications de la carie (traumatisme, extraction pour causes orthodontiques).

A l'examen clinique :

- 30% des patients ne présentent pas de plaque, mais 60% d'entre eux présentent de la plaque décelable à la sonde ou visible à l'œil nu.
- 70% des sujets présentent une inflammation des gencives discrète à marquée.
- L'indice CAOD moyen est de 3,45. 30% des patients n'ont pas de caries mais 25% ont un indice CAOD égal ou supérieur à 5. Les valeurs de cet indice vont de 0 à 14.

**Distribution de l'échantillon** en fonction du sexe, du nombre de frères et sœurs, du nombre de brossages par jour, du risque carieux selon les habitudes alimentaires et en fonction de l'état bucco-dentaire. (Effectif total de l'échantillon : n=40)

**Sexe du patient**

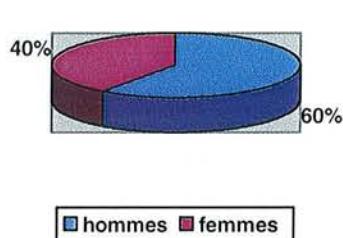


Figure 28

**Nombre de frères et sœurs**

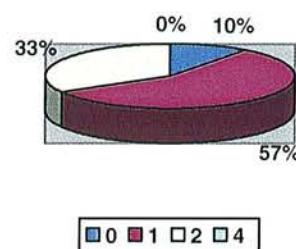


Figure 29

**Nombre de brossages par jour**

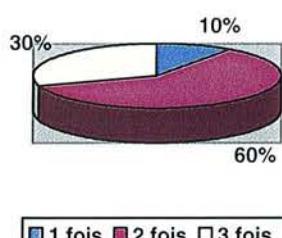


Figure 30

**Risque carieux en fonction des habitudes alimentaires**

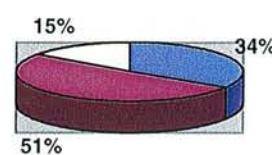


Figure 31

**Indice de plaque**

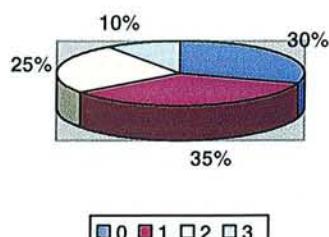


Figure 32

**Indice gingival**

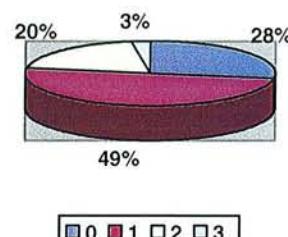


Figure 33

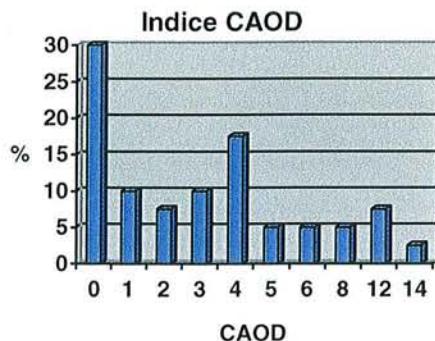


Figure 34

#### 4.1.3.3. Produits testés :

1. **GEL-KAM®** de la gamme FluoriGard, commercialisé par les laboratoires COLGATE-PALMOLIVE, **gel au fluor**, sans alcool, présenté dans un flacon de 100ml.

*Composition :*

- principe actif : fluorure d'étain à 0,4% 1000 ppmF
- autres ingrédients : glycérine, hydroxyéthylcellulose, arôme

*Mode d'emploi :*

1 à 2 applications par jour après le brossage, à l'aide d'une brosse à dent souple. Recracher l'excès. Ne pas rincer.

*Durée du traitement :*

3 semaines puis arrêt pendant 6 mois. Le flacon permet environ 4 semaines de traitement.



Figure 35 : Flacon de GEL-KAM® (COLGATE-PALMOLIVE)

**2. MERIDOL®**, commercialisé par les laboratoires GABA, **bain de bouche au fluor** de couleur bleue, sans alcool, présenté dans un flacon de 400 ml avec un bouchon doseur de 10 ml, à 250 ppmF.

*Composition :*

- principes actifs : fluorure d'amines à 0,1641% (olafluor), fluorure d'étain à 0,0523%
- autres ingrédients : eau, xylitol, PVP, PEG-40 huile de ricin hydrogénée, arôme (menthe anisée et eucalyptus), saccharinate de sodium, Cl 42051 (colorant donnant une couleur bleutée à la solution).

*Mode d'emploi :*

- se rincer la bouche avec 10 ml de solution pure, pendant 30 secondes, 1 à 2 fois par jour, après le brossage.
- ne pas avaler.
- ne pas rincer.

*Durée du traitement :*

BOOUNOUR G.M. et al., en 1994 (18), préconisent le recours à des bains de bouche à faible concentration, (comme celui-ci), au moins pendant la durée du traitement orthodontique, conjointement au brossage. Un flacon représente 20 jours de traitement si les rinçages sont biquotidiens.



**Figure 36 :** Flacon de MERIDOL® (GABA).

#### 4.1.3.4. Recueil des données

**A J0**, la première page du questionnaire est complétée par le praticien après interrogatoire et examen clinique du patient. Des conseils d'hygiène précèderont la distribution d'un flacon de bain de bouche et d'un flacon de gel, chacun étant accompagné d'une fiche explicative.

Les patients sont divisés de manière randomisée en deux groupes : les sujets ayant un numéro impair suivront le protocole 1, ceux ayant un nombre pair le protocole 2.

**Protocole 1** : applications biquotidiennes de gel pendant 20 jours, arrêt de 8 jours, puis rinçages biquotidiens avec des bains de bouche pendant 20 jours.

**Protocole 2** : rinçages biquotidiens avec des bains de bouche pendant 20 jours, arrêt de 8 jours, puis des applications de gel biquotidiennes, également pendant 20 jours.

**A J48**, les patients doivent rapporter les flacons de bain de bouche et de gel afin de contrôler le suivi des prescriptions. La seconde page du questionnaire est alors complétée sous forme d'une interview de l'enfant par le praticien, dans une salle isolée (afin d'éviter toute interférence avec les parents).

On recommande au patient un arrêt d'application de tout topique fluoré pendant 6 mois afin d'éviter tout risque de surdosage.

#### 4.1.3.5. Critère principal d'évaluation

La réponse à la première question de la seconde page par l'enfant (choix binaire).

#### 4.1.3.6. Analyse statistique

L'analyse des résultats a été faite par le service d'Epidémiologie et d'Evaluation Clinique du CHU de Nancy, à partir de calculs de fréquences, moyennes, de médianes, d'écart-types, et de tests statistiques (« Fisher's exact test »).

## **4.2. Résultats**

Les données ont été saisies sous un seul fichier de format « Excel » (cf. annexes), en codant certaines réponses de la façon suivante :

Séquence : - gel - bain de bouche : « 1 »  
- bain de bouche- gel : « 2 »

Sexe : - garçon : « 1 »  
- fille : « 2 »

Préférence : - bain de bouche : « 1 »  
- gel : « 2 »

Réponse : - oui : « 1 »  
- non : « 2 »

Avant de faire l'analyse des résultats, l'échantillon a été soumis à des tests d'indépendance. Après exploitation statistique de toutes les données, il n'a pas été mis en évidence « de déséquilibre au niveau des bras des deux séquences ».

Par exemple, la répartition filles-garçons entre les deux séquences est équilibrée et ne biaisera pas les résultats. Il en est de même lorsque l'on compare les moyennes d'âge, d'indice CAOD et du nombre de brossages par jour en fonction de la séquence. Ces valeurs sont bien indépendantes.

#### 4.2.1. Préférence des patients et raisons de cette préférence

Question n°1 :

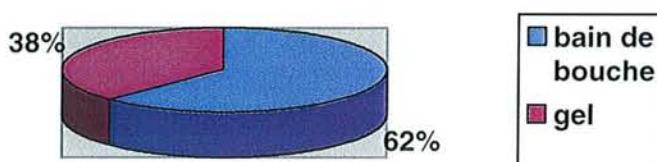
« Que préfères-tu ?

- le bain de bouche
- ou
- le gel »

**25 patients préfèrent le bain de bouche (soit 62, 5% de l'échantillon), 15 le gel (soit 37,5%).**

Effectif total n =40

**Préférence des patients au sujet des applications topiques fluorurées**



**Figure 37**

Lorsqu'un facteur explicatif est recherché, par exemple l'âge, le sexe, les habitudes d'hygiène, ... aucun test n'est significatif.

En effet, lorsque les variables quantitatives telles que l'âge, le CAOD à J0, le CAOD à J48, ainsi que le nombre de brossages sont comparées en fonction du choix, aucune d'entre elles n'est corrélée significativement au choix du patient.

Il en est de même pour les variables qualitatives : sexe, séquence, risque carieux en fonction des habitudes alimentaires, indice de plaque et indice gingival à J0 et à J40 : celles-ci sont indépendantes du choix du patient.

Toutefois, il existe un manque de puissance certain, lié à la faible taille de l'échantillon.

Question n°2 :

« Pourquoi ? »

A cette question ouverte,

- les 25 patients qui préfèrent le bain de bouche ont expliqué leur choix par diverses raisons consignées dans le tableau 10 :

| Bain de bouche   | Gel  |
|--|--|
| Plus pratique (24%), sauf pour le bouchon (8%)   | Moins pratique (4%)  |
| Plus simple d'utilisation (12%)<br>Moins « embêtant », pas besoin de l'étaler (4%)<br>Gain de temps, plus rapide (16%) | Gel plus difficile à mettre (4%)   |
| Moins désagréable (4%)   | Texture, consistance désagréable (16%)<br>« Reste sur les dents comme de la plaque » (4%)<br>Il colle à la bouche (4%)<br>La pâte reste dans la bouche : désagréable (4%)<br>Goût salé (4%), désagréable (16%), « bizarre » (8%), plus fort en menthe (4%) |
| Nettoie, lave mieux (4%)   | Impression « sans effet » (4%)   |
| Dosage plus facile (4%)  | Pas de précision quant à la quantité de gel à utiliser (4%)  |
| <u>Mais :</u><br>Jaunissement (4%)<br>Penser à bien boucher le bain de bouche sinon il coule dans le sac (4%)          | Provoque une asialie* (4%)<br>Provoque des sensibilités dentinaires lorsque boit au chaud ou au froid* (4%)<br><u>Mais :</u><br>Jaunit les dents et les élastiques (4%)<br>Un peu complémentaire car agit la nuit (4%)                                     |

\*Seul 1 patient sur 40 s'est plaint de ce désagrément.

**Tableau 10 :** Diverses raisons expliquant le choix des 25 patients préférant le bain de bouche.

Donc 64% des patients ayant choisi le bain de bouche, ont invoqué l'aspect pratique ; 60%, le goût ou la consistance désagréable.

- les 15 patients qui préfèrent le gel ont expliqué leur choix par divers arguments consignés dans le tableau suivant :

| Gel  | Bain de bouche   |
|--|--|
| Gel plus pratique que bain de bouche (13,33%)  | Pas très pratique (13,33%)   |
| Plus facile à mettre (6,67%)   | Dure 30 secondes (6,67%)   |
| Plus simple sur brosse (pas besoin de gobelet) (6,67%)                                       |  |
| A un meilleur goût (33,35%)  | Goût désagréable, un peu fort, « amer », « écoeurant » (33,35%)            |
| « On sent mieux que c'est sur les dents » : sensation de dents propres et « sèches » (6,67%) |  |
| Moins astringent (6,67%)   | Brûle toute la bouche (6,67%)  |
|  | Coloration des élastiques et des dents (13,33%)                            |
| <u>Mais :</u><br>Reste dans la bouche (goût désagréable) (6,67%)                             | <u>Mais :</u><br>Bain de bouche bien si blessure liée à l'appareil (6,67%) |

**Tableau 11** : Diverses raisons expliquant le choix des 15 patients préférant le bain de bouche.

Donc 46,67% des patients ayant choisi le gel, font intervenir le fait qu'il est plus pratique. Et 66,7% d'entre eux font intervenir le goût plus agréable.

- Si les 40 réponses sont prises en compte, et ce, quelque soit la préférence, 50% des patients invoquent spontanément l'aspect « pratique » du produit choisi (« plus simple » d'utilisation, plus « rapide », plus « facile », plus « pratique »). Mais le goût, la sensation agréable ou désagréable que procure le produit, plus subjectifs, interviennent également dans 50% des cas.

Le jaunissement provoqué par l'utilisation du bain de bouche ou du gel n'est mentionné que par 1% des patients.

La consistance, la texture du produit sont évoqués dans 22,5% des cas.

L'action du bain de bouche n'est mentionnée que par 0,75% des patients.

### Question n°3 :

« Réponds par Oui ou Non : »

|                                  | Bain de bouche | Gel |
|----------------------------------|----------------|-----|
| Est-il pratique ?                |                |     |
| A-t-il un goût agréable ?        |                |     |
| Pique-t-il ?                     |                |     |
| A-t-il une jolie couleur ?       |                |     |
| Donne-t-il une haleine fraîche ? |                |     |

Si l'ensemble de l'échantillon est pris en considération, le pourcentage de réponses positives est le suivant :

|                           | Bain de bouche | Gel        |
|---------------------------|----------------|------------|
| Est pratique              | <b>75%</b>     | 57,5%      |
| A un goût agréable        | 57,5%          | <b>60%</b> |
| Pique                     | 35%            | 5%         |
| A une jolie couleur       | <b>95%</b>     | 82,5%      |
| Donne une haleine fraîche | <b>80%</b>     | 45%        |

**Tableau 12** : Pourcentage de réponses positives à la question n°3 du questionnaire.

#### **En ce qui concerne les 25 personnes qui préfèrent le bain de bouche :**

- 100% le trouvent pratique,
- 84% qu'il a un goût agréable,
- 24% qu'il pique,
- 96% qu'il a une jolie couleur,
- 84% qu'il donne une haleine fraîche.

#### **Quant aux 15 personnes préférant le gel,**

- 100% le trouvent pratique,
- 93% qu'il a un goût agréable,
- 100% qu'il ne pique pas,
- 93% qu'il a une jolie couleur,
- 66% qu'il donne une haleine fraîche.

### **4.2.2. Observance des patients**

#### Question n°4 :

« As-tu bien pris le gel ou le bain de bouche tous les jours (sauf pendant l'arrêt de 8jours) ?

- Oui
- Non »

Les patients ont bien pris le gel ou le bain de bouche tous les jours (sauf pendant l'arrêt de 8 jours) dans 70% des cas.

#### **4.2.3. Evaluation de la fiche explicative**

##### Question n°5 :

« Trouves-tu les fiches explicatives assez claires ?

- Oui
- Non »

Les patients les ont trouvé assez claires dans 100% des cas.

##### Question n°6 :

« Tes remarques au sujet des fiches explicatives :

»

---

85% des patients n'ont aucune remarque.

10% trouvent les fiches « bien », « très bien », « explicites », ou avec des « explications bonnes ».

##### Question n°7 :

« As-tu des questions sur l'application du bain de bouche et du gel ?

- Oui
- Non

Si oui, lesquelles :

»

---

Il demeure des questions sur l'application des produits fluorurés dans 15% des cas.

La plupart des questions portent sur l'application du gel :

- 3 patients demandent quelle quantité de gel appliquer,
- 1 patient s'il peut utiliser des brossettes avec le gel,
- 1 patient si le gel est à appliquer sur la brosse à dents (ce qui est pourtant noté sur la fiche explicative).

Enfin, l'un des patients demande « s'il faut continuer ».

#### **4.2.4. Choix final du patient en fonction de la durée du traitement**

##### Question n°8 :

« Si tu avais à choisir, que préférerais-tu ?

- faire des bains de bouche 1 à 2 fois par jour tous les jours pendant la durée de ton traitement d'orthodontie
- appliquer du gel 1 à 2 fois par jour pendant 3 semaines puis arrêter pendant 6 mois »

22 patients (soit 55% de l'échantillon) choisissent le bain de bouche, tandis que 18 patients (soit 45% de l'échantillon) le gel.

Donc 3 patients qui préféraient le bain de bouche à la question n°1 ont changé d'avis, en raison de la faible durée du traitement. Ils trouvent les applications de gel finalement « moins contraignantes ».

Ces patients sont âgés de 14, 22 et 27 ans.

## **4.3. Discussion**

Bien que l'objectif de cette étude ne soit pas de tester l'efficacité des produits fluorurés topiques, une nette amélioration de l'état bucco-dentaire des patients a été constatée après leur utilisation.

En effet, à J48, les indices de plaque sont tous inférieurs à 3, contrairement à J0, où 10% des patients présentaient une forte accumulation de plaque. Les indices CAOD sont restés identiques chez tous les patients.

De plus, les indices gingivaux montrent également une meilleure santé gingivale imputable à un meilleur contrôle de plaque de la part des patients, sauf pour l'un d'entre eux qui a réalisé un détartrage entre J0 et J40.

### **4.3.1. Matériels**

La petite taille de l'échantillon (40 patients) constitue une limite au niveau de l'exploitation statistique des données (« manque de puissance »).

En ce qui concerne les produits testés, leur différence de goût et de couleur a influencé le choix des patients.

Il serait préférable d'utiliser deux produits au goût plus neutre ou ayant le même goût, l'idéal étant deux produits de la même marque, ce qui n'est pas possible en France. (Exemple : la gelée Elmex® est non disponible en France, contrairement aux bains de bouche Elmex® ; quant aux gels Fluocaril® ou Fluogel®, ils sont trop fortement dosés pour être utilisés à domicile).

### **4.3.2. Méthode**

La principale difficulté réside dans le fait que le patient doit revenir au cabinet 48 jours après la distribution des flacons. Pour des raisons évidentes d'organisation des rendez-vous et de disponibilité des patients, la seconde page du questionnaire n'a pas été remplie précisément à J48. Cette date a cependant été respectée à quelques jours près.

### **4.3.3. Résultats**

#### 4.3.3.1. Préférence des patients et raisons de cette préférence

##### **- Préférence des patients**

D'après cette étude, les patients semblent préférer le bain de bouche fluoruré.

##### **- Critères de décision**

Les nombreuses et vastes campagnes publicitaires ont eu un effet positif en augmentant de manière significative la consommation des produits d'hygiène bucco-dentaire. Mais elles ont aussi contribué à « démédicaliser » leur utilisation.

**Le caractère hédonique** occupe une place centrale dans le choix des patients, qui recherchent le maximum de satisfactions avec le moindre effort (sensation agréable procurée par le produit / simplicité et rapidité d'utilisation).

L'**action** elle-même du gel ou du bain de bouche sur le milieu buccal, telle qu'elle est ressentie par le patient, ne semble pas être le critère majeur de décision. Ceci vient peut-être du fait que lors de la distribution de ces produits, il a été spécifié à chaque patient que leur efficacité avait déjà été testée et qu'elle était voisine.

Seuls 0,75% des patients ont mentionné l'action du produit : « impression sans effet » du gel inerte qui « reste sur les dents comme de la plaque », contrairement au caractère dynamique du bain de bouche qui « nettoie, lave mieux » et guérit les « blessures » gingivales liées à l'appareil.

Mais le caractère statique du gel a aussi ses avantages : « agit la nuit », « on sent mieux que c'est sur les dents ».

D'après les réponses à la question n°3, le bain de bouche semble avoir été choisi plus pour son aspect pratique, sa jolie couleur, et l'haleine fraîche qu'il procure, que pour son goût (qui est légèrement moins apprécié que celui du gel).

En effet, malgré le goût anisé du bain de bouche qui ne plaît pas à presque la moitié de l'échantillon, les patients ont tout de même préféré le bain de bouche.

Plus de la moitié de l'échantillon trouve que le gel ne donne pas une haleine fraîche, mais la quasi-totalité estime qu'il ne pique pas.

#### - Jaunissement provoqué par l'application du gel et du bain de bouche

De nombreux enfants ont présenté des colorations sur les surfaces dentaires mais seuls 1% des patients s'en sont plaints.

Ceci est dû à la présence du fluorure d'étain dans les deux solutions. Selon les laboratoires, ce dépôt peut être enlevé par un simple polissage ou détartrage.

De plus, des dépôts dus à la précipitation de la solution sur l'appareillage multiattache ont parfois entraîné une coloration gênante au niveau des ligatures élastomériques qu'il a fallu changer, mais aussi au niveau des brackets céramiques et surtout composites. Les patients portant des brackets métalliques ne se sont pas plaints de coloration car celle-ci est beaucoup plus discrète.



**Figure 38** : photographie montrant le jaunissement des ligatures élastomériques et des brackets plastiques entraînés par l'utilisation de produits à base de fluorure d'étain.

#### - Influence de la séquence d'essai des produits sur le choix des patients

Aucun facteur expliquant la préférence des patients pour le bain de bouche (tels que l'âge, le sexe, les habitudes d'hygiène bucco-dentaire...), n'a pu être mis en évidence.

Le faible effectif de l'échantillon entraîne un manque de puissance certain au niveau des tests statistiques.

Il est cependant intéressant de souligner le fait suivant : en étudiant le choix des patients à la question n°8 en fonction de la séquence, la probabilité calculée ( $Pr$ ) se rapproche de 1 centième de la probabilité donnée par la table ( $P$ ).

En effet, selon le « Fisher's Exact Test »,  $P = 0,0106$   
 $Pr = 0,0248$

Or, pour que la différence soit significative,  $Pr$  doit être inférieur ou égal à  $P$ , ce qui n'est pas le cas ici.

Cependant, ces deux valeurs sont très voisines et il serait judicieux de réétudier ces valeurs dans un échantillon à l'effectif plus important.

Ainsi, 13 patients sur 20 ayant suivi la séquence 1 : **gel - bain de bouche** ont choisi le **gel**.  
15 patients sur 20 ayant suivi la séquence 2 : **bain de bouche - gel** ont choisi le **bain de bouche**.

Donc de nombreux patients (70%) semblent avoir choisi le produit qu'ils ont utilisé en premier. Mais la séquence et le choix des patients **ne sont pas significativement corrélés** dans notre étude.

En étudiant la préférence des patients à la question n°1 en fonction de la séquence, l'écart entre  $P$  et  $Pr$  est plus important ( $P = 0,0712$  et  $Pr = 0,1908$ ) et toujours non significatif.

#### 4.3.3.2. Observance des patients

Ceux-ci ont bien pris le gel et le bain de bouche tous les jours dans 70% des cas.

Cette étude n'étant pas supervisée, la réelle observance ne peut être clairement établie. Bien qu'il ait été demandé aux patients de ramener les flacons, il n'est pas possible de savoir exactement s'ils ont suivi scrupuleusement les prescriptions.

Les raisons de la non observance (30% des cas) sont diverses.

Certains des patients avouent « oublier quelques fois dans la journée », ou ne pas le faire « le week-end » (dans les cas de parents divorcés). Les jeunes patients ne sont pas toujours très assidus. Il faudrait impliquer davantage les parents pour le contrôle des applications.

Dans d'autres cas, l'observance n'a été respectée que pour l'une des deux formes d'application topique.

Par exemple, des patients ont arrêté le bain de bouche car le goût anisé les incommodait.

#### 4.3.3.3. Evaluation de la fiche explicative

Les patients ont trouvé la fiche explicative claire.

Cependant, 15% des patients avaient encore des questions, notamment sur la quantité de gel à utiliser. Les fabricants expliquent que les surfaces dentaires doivent être recouvertes de gel, et les patients préféreraient pouvoir quantifier la dose à appliquer.

De plus, l'un des patients a demandé si le gel était à appliquer sur la brosse à dents, ce qui est noté sur la fiche explicative. Ceci peut dénoter la confusion qu'il pourrait exister entre le gel fluoruré et le gel dentifrice. Lors des explications, la différence entre ces deux produits a clairement été soulignée.

La nécessité du brossage habituel avant l'application du bain de bouche ou du gel doit également être impérativement rappelée.

La question d'un patient adulte : « peut-on utiliser des brossettes avec le gel ? » est intéressante. Appliquer du gel sur les brossettes est en effet possible et constitue une excellente initiative, les brossettes permettant d'atteindre les zones habituellement non recouvertes par le gel.

Cette méthode proposée par ce patient ne peut cependant pas être imposée aux autres personnes n'ayant pas l'habitude des brossettes interdentaires car une certaine dextérité est nécessaire.

Certains patients ont demandé à pouvoir prolonger le bain de bouche ou le gel, ce qui montre qu'ils ont compris l'utilité d'une prévention fluorurée en orthodontie.

Dans tous les cas, à la fin du questionnaire, afin d'inscrire cette enquête dans une démarche préventive logique, il est recommandé au patient de poursuivre les applications.

- S'il a choisi le bain de bouche, il doit le poursuivre pendant toute la durée du traitement orthodontique,
- S'il préfère le gel, il arrête les applications pendant 6 mois puis les reprend pendant 6 mois (tenue d'un calendrier préférable).

La posologie après cette enquête est toutefois modifiée à une fois par jour, de préférence le soir, ceci pour les deux formes d'application. Cette posologie suffit à assurer une protection optimale.

Les fabricants recommandent en effet 1 à 2 applications par jour, et 2 applications permettaient aux patients de mieux évaluer leur préférence.

#### 4.3.3.4. Choix final du patient en fonction de la durée du traitement

3 patients préférant le bain de bouche à la question n°1 ont changé d'avis à la question n° 8, trouvant le gel « moins contraignant ».

La durée et la fréquence des applications est pourtant détaillée sur les fiches explicatives et expliquée lors du premier rendez-vous.

Mais cette dernière question permet de tester la réponse à la première question. En effet, pour les 37 autres patients, les avis sont bien tranchés.

En outre, certains patients nous ont confié qu'ils craignaient d'oublier de reprendre les applications de gel dans 6 mois.

Donc le mode d'application du gel présente à la fois des avantages (faible durée, peu contraignant), et des inconvénients (risque d'oublier la reprise des applications 6 mois ensuite).

Contrairement aux bains de bouche, qui, utilisés tous les jours, permettent l'instauration d'une habitude d'hygiène bucco-dentaire.

## **4.4. Conclusion**

D'après cette étude, la forme d'application fluorurée à domicile préférée, est le bain de bouche. Cela corrobore l'opinion de PADILLA O., et DAVIS M.J., ( 2001, 77), selon laquelle l'observance avec cette forme est meilleure car les bains de bouche sont plus faciles d'utilisation.

Mais il conviendrait d'étudier cette préférence sur un échantillon plus large et supervisé, à la recherche d'un éventuel facteur explicatif, non mis en évidence dans cet échantillon du fait de son manque de puissance.

Cependant, il serait préférable d'utiliser deux produits au goût plus neutre ou ayant le même goût. En effet, le goût anisé du bain de bouche a pu influencer le choix des patients.

Enfin, il est également intéressant de mentionner que deux sœurs âgées respectivement de 13 et 15 ans n'ont pas choisi la même forme d'application.

Ce choix semble donc n'obéir à aucune règle mais dépend plus de la personnalité de chacun.

## **CONCLUSION**

Le patient porteur d'un appareil orthodontique est un **patient à risque carieux** : augmentation de la plaque dentaire, transformation vers une flore plus cariogène...

Ces modifications peuvent être à l'origine d'inflammations gingivales et de déminéralisations de l'email.

« L'orthodontiste, conscient de l'importance de la santé dentaire de son patient, se doit de ne rien ignorer des moyens actuels lui permettant de le préserver d'éventuels risques inhérents au traitement » (BOUNOURE G.M., et al., 1994, 18).

Chez tous les patients, des mesures **complémentaires** d'hygiène peuvent être mises en place par le praticien traitant, pour faciliter le contrôle de plaque et garantir une intégrité des tissus dentaires et parodontaux en fin de traitement d'orthodontie.

Ainsi, la prévention **fluorurée topique** lors des traitements orthodontiques offre des potentialités d'activité très grandes, de part la diversité et la multiplicité des combinaisons possibles.

Les différents produits topiques proposés : gel, bain de bouche, vernis, matériaux de collage relarguant des ions fluorures, ligatures..., présentent chacun des avantages et des inconvénients.

Effectués conjointement au brossage avec un dentifrice fluoruré, les rinçages avec des bains de bouche ou l'application de gels fluorurés à **faible concentration** mais à **haute fréquence** (quotidienne), constituent une association simple, efficace et adaptée aux patients porteurs d'appareil orthodontique.

Leur prescription devrait être un acte courant et généralisé à tous les orthodontistes.

En effet, les gels et les bains de bouche fluorurés à usage domestique, ont des efficacités très voisines et assurent une meilleure protection que le conventionnel brossage au dentifrice fluoruré seul.

Pour ces produits appliqués par le patient lui-même, le bénéfice de l'application fluorurée est lié au degré de coopération du patient.

D'après les résultats d'une enquête menée auprès de 40 patients porteurs d'un appareil multiattache, la préférence des patients au sujet des formes d'applications topiques à domicile semble se porter vers le bain de bouche fluoruré pour sa simplicité d'utilisation.

Les bains de bouche sont faciles d'emploi puisqu'ils s'utilisent purs et plaisent aux patients, car de goût agréable.

Ceci explique en partie le fait que les bains de bouche correspondent à l'une des méthodes préventives de Santé Publique parmi les plus répandues en Europe et aux Etats Unis.

Il convient toutefois de rappeler qu'une observance stricte de la part du patient, ainsi qu'une méthode de brossage appropriée sont les meilleurs alliés dans la prévention fluorurée du risque carieux en orthodontie.

Les bains de bouche doivent donc être considérés comme des **compléments**, nécessaires et utiles, à l'amélioration de l'hygiène dentaire.

Cet apprentissage de l'hygiène aura, de plus, des conséquences positives bien au-delà de la fin du traitement orthodontique, car il sera garant du maintien de la santé bucco-dentaire du patient à long terme.

Un protocole précis de dépistage et de prévention, un contrôle de l'hygiène alimentaire et bucco-dentaire, l'utilisation de dentifrices fluorés et de bains de bouche fluorurés appropriés, l'orthodontiste pourra réaliser un traitement fonctionnel et esthétique, tout en maintenant l'intégrité des tissus dentaires et parodontaux.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- 1. ADDY M., GREENMAN J., RENTON-HARPER P., NEWCOMBE R., DOHERTY F.**  
Studies on stannous fluoride toothpaste and gel. (2). Effects on salivary bacterial counts and plaque regrowth in vivo.  
*J. Clin. Periodontol.*, 1997, 24, 86-91
- 2. AKNIN J.J.**  
Attaches orthodontiques et modifications de l'émail et de l'organe pulpodentinaire.  
*Encycl. Méd. Chir., Stomatol. Odontol. II*, 23-490-A-05, 1996, 4p.
- 3. ALEXANDER S. A.**  
Effects of orthodontic attachments on the gingival health of permanent second molars.  
*Am. J. Orthod. Dentofac. Orthoped.*, 1991, 100, 337-340
- 4. ALEXANDER S. A., RIPA L. W.**  
Effect of self-applied topical fluoride preparations in orthodontic patients.  
*Angle Orthod.*, 70, 6, 2000, 424-430
- 5. ALTOUNIAN G.**  
Le collage orthodontique aux verres ionomères : de la théorie à la pratique.  
*Rev. Orthop. Dento Fac.*, 2000, 34, 4, 557-600
- 6. AMORIC M.**  
Caries, malocclusions et plaque bactérienne.  
*Rev. Orthop. Dento Fac.*, 1993, 27, 3, 267-278
- 7. ASHCRAFT D. B., STALEY R. N., JAKOBSEN J. R.**  
Fluoride release and shear bond strengths of three light-cured glass ionomer cements.  
*Am. J. Orthod. Dentofac. Orthoped.*, 1997, 111, 3, 260-265
- 8. ATTIN T., DEIFUSS H., HELLWIG E.**  
Influence of acidified fluoride gel on abrasion resistance of eroded enamel.  
*Caries Res.*, 1999, 33, 135-139
- 9. BANKS P. A., CHADWICK S. M., ASHER-McDADE C. A., WRIGHT J. L.**  
Fluoride-releasing elastomers- a prospective controlled clinical trial.  
*Eur. J. Orthod.*, 2000, 22, 401-407
- 10. BASSIGNY F.**  
Manuel d'orthopédie dento-faciale.- 2<sup>e</sup> éd.  
Paris : Masson, 1991.- 218p.
- 11. BERGSTRAND F., TWETMAN S.**  
Evidence for the efficacy of various methods of treating white-spot lesions after debonding of fixed orthodontic appliances.  
*J. Clin. Orthod.*, 2003, 37, 1, 19-21
- 12. BILLINGS R. J., ADAIR S. M., SHIELDS C. P., MOSS M. E.**  
Clinical evaluation of new designs for intraoral fluoride-releasing systems.  
*Pediatr. Dent.*, 1998, 20, 1, 17-24

- 13. BISHARA S. E., SWIFT E. J., CHAN D. C. N.**  
Evaluation of fluoride release from an orthodontic bonding system.  
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthoped., 1991, 100, 106-109
- 14. BLIQUE M.**  
La prophylaxie dentaire individualisée.  
Réal. Clin., 1999, 10, 4, 541-555
- 15. BOES D., MAUJEAN E., POUGATCH P., TARRAGANO H.**  
Interrelations orthodontie-parodontologie.  
Encycl. Méd. Chir., Odontol., 23-448-A-10, 1999, 14p.
- 16. BOUNOURE G. M.**  
Concepts actuels de prévention fluorée en O.D.F.  
Orthod. Fr., 1976, 47, 783-788
- 17. BOUNOURE G. M., FRINDEL F.**  
Les gels fluorés et leurs supports spécifiques en orthodontie.  
Rev. Orthop. Dento Fac., 1977, 11, 263-276
- 18. BOUNOURE G.M., JAMMET P., SOUYRIS F.**  
Caries, bains de bouche fluorés et orthopédie dento-faciale.  
Rev. Orthop. Dento Fac., 1994, 28, 65-81
- 19. BOUNOURE G. M., VEZIN J. C.**  
Orthodontic fluoride protection.  
J. Clin. Orthod., 1980, 14, 421-435
- 20. BOYD R. L.**  
Comparison of three self-applied topical fluoride preparations for control of decalcification.  
Angle Orthod., 1993, 63, 1, 25-30
- 21. BOYD R. L.**  
Long-term evaluation of a SnF<sub>2</sub> gel for control of gingivitis and decalcification in adolescent orthodontic patients.  
Int. Dent. J., 1994, 44, 119-130
- 22. BOYD R. L., BAUMRIND S.**  
Periodontal considerations in the use of bonds or bands on molars in adolescents and adults.  
Angle Orthod., 1992, 62, 2, 117-126
- 23. BOYD R. L., CHUN Y. S.**  
Eighteen-month evaluation of the effects of a 0,4% stannous fluoride gel on gingivitis in orthodontic patients.  
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthoped., 1994, 105, 35-41

**24. BRAMBILLA E.**

Fluoride-is it capable of fighting old and new dental diseases? An overview of existing fluoride compounds and their clinical applications.  
Caries Res., 2001, 35(suppl 1), 6-9

**25. BRAMBILLA E., GAGLIANI M., FELLONI A., GARCIA-GODOY F., STROHMENGER L.**

Caries-preventive effects of topical amine fluoride in children with high and low salivary levels of mutans streptococci.  
Caries Res., 1999, 33, 423-427

**26. BRECX M.**

Strategies and agents in supragingival chemical plaque control.  
Periodontol. 2000, 1997, 15, 100-108

**27. BUXERAUD J.**

Fluorures topiques et carioprophylaxie.  
Actual. Pharm., 2000, 385, 44-46

**28. BUYUKYILMAZ T., TANGUGSORN V., OGAARD B., AREND'S J., RUBEN J., ROLLA G.**

The effect of titanium tetrafluoride ( $TiF_4$ ) application around orthodontic brackets.  
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthoped., 1994, 105, 293-296

**29. CAMPUS G., LALLAI M. R., CARBONI R.**

Fluoride concentration in saliva after use of oral hygiene products.  
Caries Res., 2003, 37, 66-70

**30. CEHRELI Z. C., YAZICI R., GARCIA-GODOY F.**

Effects of 1.23 percent APP gel on fluoride-releasing restorative materials.  
J. Dent. Child., 2000, sept-oct, 330-337

**31. CHADWICK B. L.**

Orthodontic products update. Products for prevention during orthodontics.  
Br. J. Orthod., 1994, 21, 395-398

**32. CHAUVOIS L.**

Evaluation du risque carieux associé au port d'un système multibagues.- 59p.  
Mém : CECSMO : Toulouse 3 : 2002

**33. DAMEN J. J. M., BUIJS M. J., TEN CATE J. M.**

Acidogenicity of buccal plaque after a single rinse with amine fluoride-stannous fluoride mouthrinse solution.  
Caries Res., 2002, 36, 53-57

**34. DAMON P. L., BISHARA S. E., OLSEN M. E., JAKOBSEN J. R.**

Effects of fluoride application on shear bond strength of orthodontic brackets.  
Angle Orthod., 1994, 66, 1, 62-64

- 35. DAVIES T. M., SHAW W.C., WORTHINGTON H.V., ADDY M., DUMMER P., KINDON A.**  
The effect of orthodontic treatment on plaque and gingivitis.  
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthoped., 1991, 99, 155-162
- 36. DENES J., GABRIS K.**  
Results of a 3-year oral hygiene programme, including amine fluoride products, in patients treated with fixed orthodontic appliances.  
Eur. J. Orthod., 1991, 13, 129-133
- 37. DESFONTAINE J.**  
La prévention de la carie : le fluor.  
Rev. Orthop. Dento Fac., 2002, 36, 3, 335-350
- 38. DE SOUSA M. L. R., MARCENES W., SHEIHAM A.**  
Caries reductions related to the use of fluorides : a retrospective cohort study.  
Int. Dent. J., 2002, 52, 315-320
- 39. DIAMANTI-KIPIOTI A., GUSBERTI F.A., LANG N.P.**  
Clinical and microbiological effects of fixed orthodontic appliances.  
J. Clin. Periodontol., 1987, 14, 326-333
- 40. DONLY K. J., ISTRE S., ISTRE T.**  
In vitro enamel remineralization at orthodontic band margins cemented with glass ionomer cement.  
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthoped., 1995, 107, 5, 461-464
- 41. DROZ D.**  
Le fluor, quelles recommandations ?  
Actual. Pharm., 2002, 413, 53-57
- 42. ENGEL-BRILL N., GEDALIA I., RAXN F., FRIEDWALD E., ROTMANN M.**  
The effects of topical fluoride agents on saliva secretion.  
J. Oral. Rehabil., 1996, 23, 501-504
- 43. ERONAT C., ERONAT N., ALPOZ A. R.**  
Fluoride uptake by enamel in vitro following application of various topical fluoride preparations.  
J. Clinical. Pediatr. Dent., 1993, 17, 4, 227-230
- 44. FACCHETTI C.**  
Hygiène dentaire et traitement multibague : indice de plaque, questionnaire d'hygiène et analyse de plaque au jour du baguage, à trois mois, à six mois.- 76p.  
Mém : CECSMO : Toulouse 3 : 2000
- 45. GARCIA-GODOY F., HUBBARD G. W., STOREY A. T.**  
Effect of a fluoridated etching gel on enamel morphology and shear bond strength of orthodontic brackets.  
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthoped., 1991, 100, 163-170

- 46. GARNIER M., DELAMARE J.**  
Dictionnaire des termes de médecine.- 25<sup>e</sup> ed.  
Paris : Maloine, 1998.- 973p.
- 47. HAGEDOM B., WILLERSHAUSEN B., CHEM D., ERNST C. P., WEHSE T., SCHIMMEL M.**  
A comparative study of 2 fluoride-based mouthrinses.  
Quintessence Int., 2000, 31, 125-128
- 48. HAIKEL Y.**  
Carie dentaire.  
In : La dent normale et pathologique / ed. par PIETTE E., GOLDBERG M.  
Bruxelles : De Boeck Université, 2001.- p. 99-124
- 49. HAIKEL Y., HEMMERLE J.**  
Thérapeutique étiopathogénique de la carie.  
Encycl. Méd. Chir., Stomatol. Odontol., 23-010-F-10, 1993, 11p.
- 50. HAMILTON I. R., BOWDEN G. H. W.**  
Fluoride effects on oral bacteria.  
In : Fluoride in dentistry / par FEJERSKOV O, EKSTRAND J., BURT B.A.- 2<sup>e</sup> éd.  
Copenhagen : Munksgaard, 1996.- p. 230-251
- 51. HARZER W., SCHROTER A., GEDRANGE T., MUSCHTER F.**  
Sensitivity of titanium brackets to the corrosive influence of fluoride-containing toothpaste and tea.  
Angle Orthod., 2001, 71, 318-323
- 52. HASTREITER R. J.**  
Is 0,4% stannous fluoride gel an effective agent for the prevention of oral diseases?  
J. Am. Dent. Assoc., 1989, 118, 205-208
- 53. HEATH K., SINGH V., LOGAN R., Mc INTYRE J.**  
Analysis of fluoride levels retained intraorally or ingested following routine clinical applications of topical fluoride products.  
Aust. Dent. J., 2001, 46, 1, 24-31
- 54. HENNEQUIN M.**  
Dynamique du processus carieux initial.  
Réal. Clin., 1999, 10, 4, 483-501
- 55. JACQUOT B., PANIGHI M.**  
Les verres-ionomères modifiés par adjonction de résine et les composites modifiés par adjonction de verre-ionomère.  
J. Biomater. Dent., 1997, 12, 179-196

- 56. KEDICI S.P., ABBAS AKSUT A., ALIKILICARSLAN M., BAYRAMOGLU G., GOKDEMIR K.**  
Corrosion behaviour of dental metals and alloys in different media.  
J. Oral. Rehabil., 1998, 25, 10, 800-808
- 57. KOH S. H., CHAN J. T., YOU C.**  
Effects of topical fluoride treatment on tensile bond strength of pit and fissure sealants.  
Gen. Dent., 1998, 46, 278-280
- 58. KOH S. H., HUO Y. Y., POWERS J. M., CHAN J. T.**  
Topical fluoride treatment has no clinical effect on retention of pit and fissure sealant.  
J. Greater Houston Dent. Soc., 1995, 67, 16-18
- 59. KULA K., JOSELL S., KULA T.**  
The effects of topical fluorides on ceramic brackets.  
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthoped., 1994, 106, 513-517
- 60. KULA K., McKINNEY J. E., KULA T. J.**  
Effects of daily topical fluoride gels on resin composite degradation and wear.  
Dent. Mater., 1997, 13, 305-311
- 61. LAVERNHE P., LODTER C., SHARROCK P., GREGOIRE G.**  
Biocompatibilité des colles orthodontiques : l'apport des ciments aux verres ionomères.  
Rev. Orthop. Dento Fac., 2000, 34, 4, 539-554
- 62. LETTERMANN V.**  
Etude du risque carieux après utilisation de bains de bouche à base de chlorhexidine et de fluorure d'étain et fluorure d'amines lors de traitements orthodontiques par multiattaches.- 96p.  
Mém : CECSMO : Paris 7 : 2001
- 63. MACHEN D. E.**  
Legal aspects of orthodontic practice : risk management concepts.  
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthoped., 1991, 100, 1, 93-94
- 64. MADLENA M., NAGY G., GABRIS K., MARTON S., KESZTHELYI G., BANOCZY J.**  
Effects of amine fluoride toothpaste and gel in high risk groups of Hungarian adolescents : results of a longitudinal study.  
Caries Res., 2002, 36, 142-146
- 65. MARGOLIS H. C., MORENO E. C.**  
Physicochemical perspectives on the cariostatic mechanisms of systemic and topical fluorides.  
J. Dent. Res., 1990, 69(Spec. Iss.), 606-613

- 66. MARTHALER T.**  
Clinical cariostatic effects of various fluoride methods and programs.  
In : Fluoride in dentistry / éd. par EKSTRAND J., FEJERSKOV O., SILVERSTONE L.M..  
Copenhagen : Munksgaard, 1988.- p. 252-275.
- 67. MENG C. L., WANG W. N., YEH I. S.**  
Fluoridated etching on orthodontic bonding.  
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthoped., 1997, 112, 259-262
- 68. MENGEL R., WISSING E., SCHMITZ-HABBEN A., FLORES-DE-JACOBY L.**  
Comparative study of plaque and gingivitis prevention by AmF/SnF<sub>2</sub> and NaF. A clinical and microbiological 9-month study.  
J. Clin. Periodontol., 1996, 23, 372-378
- 69. MORAND J. M.**  
Les applications topiques de fluor au cabinet.  
Réal. Clin., 1993, 4, 3, 306-308
- 70. MURRAY J.J.**  
The prevention of oral disease.- 3<sup>e</sup> ed.  
Oxford : Oxford University Press, 1996.- 280p.
- 71. MUSTER D.**  
Topiques.  
Encycl. Méd. Chir., Stomatol. Odont., 22-012-A-50, 2001, 14p.
- 72. NANCI A., GOLDBERG M.**  
Structure des dents (émail).  
In : La dent normale et pathologique / ed. par PIETTE E., GOLDBERG M.  
Bruxelles : De Boeck Université, 2001.- p. 39-54
- 73. NEWBRUN E.**  
Topical fluorides in caries prevention and management : a North American perspective.  
J. Dent. Educ., 2001, 65, 10, 1078-1083
- 74. OGAARD B., LARSSON E., HENRIKSSON T., BIRKHED D., BISHARA S. E.**  
Effects of combined application of antimicrobial and fluoride varnishes in orthodontic patients.  
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthoped., 2001, 120, 28-35
- 75. O'REILLY M. M., FEATHERSTONE J. D. B.**  
Demineralization and remineralization around orthodontic appliances : an in vivo study.  
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthoped., 1987, 92, 33-40
- 76. ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE (846 ; 1993 ; Genève)**  
Rapport d'un comité d'experts sur la santé bucco-dentaire et l'utilisation des fluorures.  
Genève : OMS, 1994.- 42p.

- 77. PADILLA O., DAVIS M. J.**  
Fluorides in the new millennium.  
N. Y. State. Dent. J., 2001, feb., 34-38
- 78. PAOLANTONIO M., DI GIROLAMO G., PEDRAZZOLI V., DI MURRO C., PICCIANI C., CATAMO G., CATTABRIGA M., PICCOLOMINI R,**  
Occurrence of *Actinobacillus actinomycetemcomitans* in patient wearing orthodontic appliances. A cross-sectional study.  
J. Clin. Periodontol., 1996, 23, 112-118
- 79. PERRIER-DUTOUR M.**  
Intérêts de l'application de vernis fluoré et de chlorhexidine sur les dents supportant des attaches orthodontiques.- 79p.  
Mém : CECSMO : Bordeaux II : 2000
- 80. PETERSSON L. G.**  
Fluoride mouthrinses and fluoride varnishes.  
Caries Res., 1993, 27(suppl 1), 35-42
- 81. REICH E., PETERSSON L. G., NETUSCHIL L., BRECX M.**  
FDI Commission : mouthrinses and dental caries.  
Int. Dent. J., 2002, 52, 5, 337-345
- 82. RILLIARD F., KHELIFA N., COLON P.**  
Données actuelles sur la pathogénie de la lésion carieuse.  
Rev. Odonto-Stomatol., 2000, 29, 4, 189-196
- 83. ROBINSON C., KIRKHAM J., WEATHERELL J. A.**  
Fluoride in teeth and bone.  
In : Fluoride in Dentistry / par FEJERSKOV O., EKSTRAND J., BURT B.A.- 2<sup>e</sup> éd.  
Copenhagen : Munksgaard, 1996.- p. 69-87.
- 84. ROQUIER-CHARLES D.**  
Les pâtes et gels pour soins bucco-dentaires.  
Clinic, 2002, 23, n° spécial, 17-18
- 85. ROSENBLOOM R.G., TINANOFF N.**  
Salivary Streptococcus mutans levels in patients before, during, and after orthodontic treatment.  
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthoped., 1991, 100, 35-37
- 86. SAUNDERS R. H., DAVILA E., HAYES A. L., FU J., ZERO D. T.**  
The effectiveness of sponge-type intraoral applicators for applying topical fluorides in institutionalized older adults.  
Spec. Care Dent., 1994, 14, 6

- 87. SCHMIT J. S., STALEY R. N., WEFEL J. S., KANELLIS M., JAKOBSEN J. R., KEENAN P. J.,**  
Effect of fluoride varnish on demineralisation adjacent to brackets bonded with RMGI cement.  
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthoped., 2002, 122, 125-134
- 88. SHAPIRA L., SCHATZKER Y., GEDALIA I., BORINSKI R., SELA M. N.**  
Effect of amine- and stannous fluoride on human neutrophil functions *in vitro*.  
J. Dent. Res., 1997, 76, 7, 1381-1386
- 89. SILVERSTONE L.M.**  
Remineralization of enamel caries : significance of fluoride and effect on crystal diameters.  
In : Demineralization and remineralization of teeth/ ed. par LEACH S. A., EDGAR W.M. Oxford : I.R.L. Press, 1983.- p. 185-205.
- 90. SIXOU M., HAMEL O.**  
Critères de choix bactériologiques lors de la prescription de bains de bouche antiseptiques en odonto-stomatologie.  
J. Parodontol. Implantol. Orale, 2002, 21, 1/02, 25-41
- 91. SJOGREN K.**  
How to improve oral fluoride retention ?  
Caries Res., 2001, 35(suppl 1), 14-17
- 92. SOENO K., MATSUMURA H., KAWASAKI K., ATSUTA M.**  
Influence of acidulated phosphate fluoride agents on surface characteristics of composite restorative materials.  
Am. J. Dent., 2000, 13, 297-300
- 93. SOMMERMATER J. I., BIGEARD L.**  
Méthodes de prévention au cabinet dentaire chez l'enfant et le jeune.  
Réal. Clin., 1993, 4, 3, 1993, 283-304
- 94. STEINBERG D., ROZEN R., KLAUSNER E. A., ZACHS B., FRIEDMAN M.**  
Formulation, development and characterization of sustained release varnishes containing amine and stannous fluoride.  
Caries Res., 2002, 36, 411-416
- 95. TEN CATE J. M.**  
*In vitro* studies on the effects of fluoride on de- and remineralization.  
J. Dent. Res., 1990, 69(Spec. Iss.), 614-619
- 96. TERK B.**  
Motivation à l'hygiène chez les enfants traités en orthodontie.  
Réal. Clin., 1993, 4, 3, 375-385
- 97. THILANDER B. L.**  
Complications of orthodontic treatment.  
Orthodont. Pedodont., 1992, 2, 4, 28-37

**98. TOUMBA K. J., CURZON M. E. J.**

Slow-release fluoride.

Caries Res., 1993, 27(suppl 1) : 43-46

**99. TOUMELIN-CHEMLA F., ROUELLE F., BURDAIRON G.**

Corrosive properties of fluoride-containing odontologic gels against titanium.

J. Dent., 1996, 24, 1-2, 109-115

**100. TRILLER M.**

La lésion initiale de l'émail.

Réal. Clin., 1993, 4, 3, 275-281

**101. TRILLER M., SOMMERMATER J., CLERGEAU-GUERITHAULT S.**

Fluor et prévention de la carie dentaire.

Paris : Masson, 1992.- 118p.

**102. TRIMPENEERS L. M., VERBEECK R. M. H., DERMAUT L. R.**

Long-term fluoride release of some orthodontic bonding resins : a laboratory study.

Dent. Mater., 1998, 14, 142-149

**103. TURSSI C. P., MAGALHAES C. S., SERRA M.C.**

Effects of fluoride gels on micromorphology of resin-modified glass-ionomer cements and polyacid-modified resin composites.

Quintessence Int., 2001, 32, 7, 571-577

**104. VAN STRIJP A. J. P., BUIJS M. J., TEN CATE J. M.**

In situ fluoride retention in enamel and dentine after the use of an amine fluoride dentifrice and amine fluoride/sodium fluoride mouthrinse.

Caries Res., 1999, 33, 61-65

**105. VIDAL : 2003 : le dictionnaire.- 79<sup>e</sup>éd.**

Paris : Ed. du Vidal, 2003.- 2175p.

**106. VIERROU A. M., MANWELL M. A., ZAMEK. R. L., SACHDEVA R. C.**

**TINANOFF N.**

Control of *Streptococcus mutans* with topical fluorides in patients undergoing orthodontic treatment.

J. Am. Dent. Assoc., 1986, 113, 644-646

**107. VOGEL G. L., CAREY C. M., EKSTRAND J.**

Distribution of fluoride in saliva and plaque fluid after a 0,048 mol/L NaF rinse.

J. Dent. Res., 1992, 71, 9, 1553-1557

**108. VON FRAUNHOFER J. A., COFFELT M. T. P.**

The effects of artificial saliva and topical fluoride treatments on the degradation of the elastic properties of orthodontic chains.

Angle Orthod., 1992, 62, 4, 265-274

- 109. WARREN D. P., HENSON H. A., CHAN J. T.**  
Dental hygienist and patient comparisons of fluoride varnishes to fluorides gels.  
J. Dent. Hyg., 2000, 74, 94-101
- 110. WARREN D. P., INFANTE N. B., RICE H. C., TURNER S. D., CHAN J. T.**  
Effect of topical fluoride on retention of pit and fissure sealants.  
J. Dent. Hyg., 2001, 75, 21-24
- 111. WEI S. H. Y., YIU C. K.Y.**  
Evaluation of the use of topical fluoride gel.  
Caries Res., 1993, 27(suppl 1), 29-34
- 112. WHITFORD G. M.**  
Fluoride toxicology and health effects.  
In : Fluoride in Dentistry / par FEJERSKOV O, EKSTRAND J., BURT B.A.- 2<sup>e</sup>ed.  
Copenhagen : Munksgaard, 1996.- p. 167-184.
- 113. YAFFI, Judith.**  
Prévention du risque carieux avant, pendant et après traitement orthodontique.- 105p.  
Th : Chir. Dent : Paris V : 1999
- 114. YIP K. H. K., PENG D., SMALES R. J.**  
Effects of APF gel on the physical structure of compomers and glass ionomer cements.  
Oper. Dent., 2001, 26, 231-238
- 115. ZACHRISSON B. U.**  
Fluoride application procedures in orthodontic practice, currents concepts.  
Angle Orthod., 1975, 45, 72-81
- 116. ZERO D. T., RAUBERTAS R. F., PEDERSEN A. M., FU J., HAYES A.L., FEATHERSTONE J. D. B.**  
Studies of fluoride retention by oral soft tissues after application of home-use topical fluorides.  
J. Dent. Res., 1992, 71, 9, 1546-1552
- 117. ZIMMER S.**  
Caries-preventive effects of fluoride products when used in conjunction with fluoride dentifrice.  
Caries Res., 2001, 35(suppl 1), 18-21

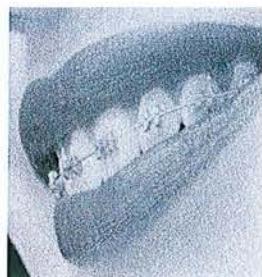
## **ANNEXES**

**-Elaboration d'une fiche explicative destinée aux patients  
porteurs d'un appareil multiattaché**

**-Questionnaire**

**-Recueil des données des 40 questionnaires**

# La prévention fluorée en orthodontie



## POURQUOI ?

Ton appareil orthodontique retient les débris alimentaires et donc la **plaque dentaire**, ce qui peut provoquer des **caries** autour des attaches orthodontiques. Ces caries se présentent initialement sous la forme de **petites taches blanches** qui deviendront bien visibles après la dépose de ton appareil orthodontique. Pour garder un joli sourire et combattre ces caries, ta meilleure arme est ... une **hygiène irréprochable** !



Brosse-toi soigneusement les dents, après chaque repas, 3 fois par jour, avec une brosse à dents orthodontique et un dentifrice fluoré, en suivant bien les conseils de ton praticien.

Complète ton brossage en utilisant **un gel ou un bain de bouche fluoré**, car il a été prouvé cliniquement que cela protège mieux tes dents qu'un simple brossage.

## OÙ ?

Il existe deux possibilités :

- Chez ton praticien traitant : sous forme d'applications professionnelles de vernis fluoré ou de gel à haute concentration en fluor.
- Chez toi : cette prévention fluorée se fait à l'aide de gels ou de bains de bouche fluorés, spécialement conçus pour un usage domestique.

## COMMENT ?

Là encore deux possibilités :

- Le bain de bouche fluoré (à 250 ppmF)

*Mode d'emploi* : 2 fois par jour, après le brossage, rince-toi la bouche avec 10 ml de solution pure, soit un bouchon doseur, pendant 30 secondes.



N'avale pas. Ne te rince pas la bouche après utilisation.

*Durée du traitement* : pendant toute la durée de ton traitement d'orthodontie.

- Le gel fluoré (à environ 1000 ppmF)

*Mode d'emploi* : applique le gel 2 fois par jour, après le brossage, à l'aide d'une brosse à dents souple. Laisse agir une minute.



Recrache l'excès. Ne te rince pas la bouche.

*Durée du traitement* : pendant 3 semaines. Tu peux ensuite arrêter pendant 6 mois.



Dans les deux cas, n'oublie pas que le brossage est INDISPENSABLE à la réussite de ton traitement orthodontique.

Les bains de bouche ou le gel ne remplacent pas le brossage.



## QUESTIONNAIRE

- NOM-Prénom : N° du sujet :
- Age :
- Sexe :
- Ville de résidence :
- Nombre de frères et sœurs :
  
- Date J0 :
- Date J48 :
  
- **Habitudes d'hygiène bucco-dentaire** :  
- brossage (nombre de fois /jour) :  
- dentifrice utilisé :  
- bilan fluoré (comprimés) :
  
- **Habitudes alimentaires** :  
-nombre de prises d'aliments sucrés /jour :  
-prises de boissons sucrées /jour :  
(1 quelques fois ; 2 tous les jours ; 3 plusieurs fois par jour)
  
- **Examen clinique** :

|     | indice de plaque | indice gingival | indice CAOD |
|-----|------------------|-----------------|-------------|
| J0  |                  |                 |             |
| J48 |                  |                 |             |

(PLI : 0 pas de plaque ; 1 visible sur la sonde ; 2 visible à l'œil nu ; 3 forte accumulation)

(GI : 0 pas d'inflammation ; 1 inflammation discrète ; 2 inflammation marquée : rougeur, hypertrophie, saignement provoqué ; 3 inflammation très importante : rougeur, hypertrophie, saignement spontané, ulcérations possibles)

(CAOD : dents Cariées ; Absentes suite à la carie ; Obturées sur les dents Définitives)

- **Commentaires** :

- Que préfères-tu ?
  - le bain de bouche
  - ou
  - le gel

- Pourquoi ?
- 

- Réponds par Oui ou Non :

|                                  | Bain de bouche | Gel |
|----------------------------------|----------------|-----|
| Est-il pratique ?                |                |     |
| A-t-il un goût agréable ?        |                |     |
| Pique-t-il ?                     |                |     |
| A-t-il une jolie couleur ?       |                |     |
| Donne-t-il une haleine fraîche ? |                |     |

- As-tu bien pris le gel ou le bain de bouche tous les jours (sauf pendant l'arrêt de 8 jours) ?
  - Oui
  - Non
- Trouves-tu les fiches explicatives assez claires ?
  - Oui
  - Non
- Tes remarques au sujet des fiches explicatives :
 

---
- As-tu des questions sur l'application du bain de bouche et du gel ?
  - Oui
  - Non

Si oui, lesquelles :

---
- Si tu avais à choisir, que préférerais-tu ?
  - faire des bains de bouche 1 à 2 fois par jour tous les jours pendant la durée de ton traitement d'orthodontie
  - appliquer du gel 1 à 2 fois par jour pendant 3 semaines puis arrêter pendant 6 mois

| Recueil des données des 40 questionnaires |     |          |      |                 |                            |          |          |          |                            |   |                                   |                          |                     |                    |                 |                      |                     |                 |   |
|---|-----|----------|------|-----------------|----------------------------|----------|----------|----------|----------------------------|---|-----------------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------|-----------------|----------------------|---------------------|-----------------|---|
| N° du sujet                               | Age | sequence | Sexe | Ville           | Nombre de frères et soeurs | date j0  | date j48 | brossage | dentifrice utilisé         | bilan fluoré  | nombre d'aliments sucrés par jour | boisson sucrées par jour | indice de plaque j0 | indice gingival j0 | indice CAO D j0 | indice de plaque j40 | indice gingival j40 | indice CAOD j40 | commentaires  |
| 1   | 13  | 1        | 1    | Seichamps       | 1                          | 18/01/03 | 26/03/03 |          | 1 dentifrice homéopathique | comprimés, eau du robinet                             | 4                                 | 2                        | 0                   | 0                  | 0               | 0                    | 0                   | 0               | excellente hygiène  |
| 2   | 14  | 2        | 1    | Laxou           | 2                          | 18/01/03 | 22/03/03 |          | 2 dentifrice fluoré        | thonon, wattwiller                                    | 2                                 | 1                        | 0                   | 0                  | 5               | 0                    | 0                   | 5               |   |
| 3   | 13  | 1        | 2    | Heillecourt     | 1                          | 18/01/03 | 12/04/03 |          | 2 teraxyl                  | comprimés, eau du robinet, fluoration professionnelle | 2                                 | 2                        | 1                   | 1                  | 3               | 2                    | 1                   | 3               | suivi pédo régulier   |
| 4   | 15  | 2        | 2    | Heillecourt     | 1                          | 18/01/03 | 12/04/03 |          | 2 colgate                  | comprimés, eau du robinet, fluoration professionnelle | 2                                 | 2                        | 1                   | 2                  | 5               | 1                    | 2                   | 5               | suivi pédo régulier   |
| 5   | 27  | 1        | 2    | Haraucourt      | 1                          | 18/01/03 | 15/03/03 |          | 3 dentifrice fluoré        | comprimés, eau du robinet, evian                      | 1                                 | 1                        | 2                   | 1                  | 12              | 1                    | 1                   | 12              | se plaint de ses colorations  |
| 6   | 14  | 2        | 2    | Laxou           | 2                          | 18/01/03 | 14/04/03 |          | 3 fluocaril                | comprimés, eau du robinet, sel fluoré                 | 2                                 | 2                        | 1                   | 2                  | 4               | 1                    | 2                   | 4               |   |
| 7   | 14  | 1        | 1    | Malzéville      | 2                          | 18/01/03 | 22/03/03 |          | 2 dentifrice fluoré        | comprimés, eau du robinet, sel fluoré                 | 4                                 | 1                        | 2                   | 2                  | 4               | 2                    | 1                   | 4               | ne se brosse pas les dents le soir, réexplication technique du brossage |
| 8   | 17  | 2        | 1    | Tomblaine       | 1                          | 18/01/03 | 02/04/03 |          | 2 dentifrice fluoré        | contrex, volvic                                       | 1                                 | 1                        | 2                   | 2                  | 4               | 2                    | 2                   | 4               |   |
| 9   | 13  | 1        | 1    | Malzéville      | 2                          | 18/01/03 | 14/04/03 |          | 2 colgate sanogyl          | sel fluoré, eau minérale (change)                     | 2                                 | 3                        | 3                   | 2                  | 2               | 2                    | 1                   | 2               |   |
| 10  | 17  | 2        | 1    | Saulxures       | 2                          | 18/01/03 | 12/04/03 |          | 2 sanogyl                  | eau du robinet, sel fluoré                            | 3                                 | 2                        | 1                   | 1                  | 6               | 1                    | 1                   | 6               |   |
| 11  | 15  | 1        | 2    | Laneuveville    | 2                          | 18/01/03 | 22/03/03 |          | 1 fluocaril                | eau du robinet  | 2                                 | 2                        | 1                   | 1                  | 0               | 0                    | 0                   | 0               |   |
| 12  | 13  | 2        | 2    | Richardménil    | 1                          | 18/01/03 | 17/03/03 |          | 2 dentifrice fluoré        | comprimés, sel fluoré, eau minérale : change souvent  | 1                                 | 1                        | 0                   | 0                  | 1               | 0                    | 0                   | 1               | excellente hygiène  |
| 13  | 34  | 1        | 2    | Vagney (Vosges) | 1                          | 18/01/03 | 17/03/03 |          | 3 dentifrice homéopathique | sel fluoré, eau minérale varie                        | 1                                 | 1                        | 0                   | 0                  | 14              | 0                    | 0                   | 14              |   |
| 14  | 14  | 2        | 1    | Fléville        | 2                          | 18/01/03 | 14/04/03 |          | 3 dentifrice fluoré        | comprimés, eau du robinet                             | 3                                 | 2                        | 0                   | 0                  | 0               | 0                    | 0                   | 0               |   |
| 15  | 13  | 1        | 2    | Laneuveville    | 1                          | 18/01/03 | 24/02/03 |          | 2 aquafresh                | comprimés, sel fluoré                                 | 3                                 | 1                        | 1                   | 1                  | 0               | 1                    | 1                   | 0               |   |

| N° du sujet | Age | sequence | Sexe | Ville          | Nombre de frères et soeurs | date j0  | date j48 | brossage | dentifrice utilisé          | bilan fluoré  | nombre d'aliments sucrés par jour | boisson sucrées par jour | indice plaque j0 | indice gingival j0 | indice CAO D j0 | indice plaque j40 | indice gingival j40 | indice CAOD j40 | commentaires                      |
|-------------|-----|----------|------|----------------|----------------------------|----------|----------|----------|-----------------------------|---|-----------------------------------|--------------------------|------------------|--------------------|-----------------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------------------------|
| 16          | 15  | 2        | 1    | Crépey         | 2                          | 18/01/03 | 29/03/03 |          | 2 dentifrice fluoré         | comprimés, eau du robinet   | 1                                 | 2                        | 2                | 1                  | 3               | 2                 | 1                   | 3               |                                   |
| 17          | 38  | 1        | 2    | Vandoeuvre     | 2                          | 18/01/03 | 17/02/03 |          | 3 hextril ou elmex          | eau minérale change : salvetat, badoit, vittel, évian, sel fluoré         | 1                                 | 1                        | 0                | 0                  | 8               | 1                 | 1                   | 8               | patiente enceinte                 |
| 18          | 36  | 2        | 1    | Nancy          | 2                          | 20/01/03 | 17/03/03 |          | 3 colgate total anti-tartre | comprimés, eau du robinet   | 2                                 | 1                        | 1                | 1                  | 3               | 1                 | 1                   | 3               |                                   |
| 19          | 43  | 1        | 2    | Vandoeuvre     | 1                          | 20/01/03 | 03/03/03 |          | 3 parodontax                | eau du robinet, bain de bouche fluoré elmex                               | 3                                 | 1                        | 2                | 1                  | 8               | 0                 | 1                   | 8               |                                   |
| 20          | 11  | 2        | 1    | Nancy          | 2                          | 20/01/03 | 19/03/03 |          | 2 dentifrice fluoré         | comprimés, eau du robinet   | 3                                 | 1                        | 0                | 0                  | 1               | 2                 | 0                   | 1               | brossage non fait à J40           |
| 21          | 11  | 1        | 2    | Vandoeuvre     | 1                          | 20/01/03 | 12/03/03 |          | 3 dentifrice fluoré         | comprimés, cristalline  | 5                                 | 1                        | 1                | 2                  | 4               | 1                 | 2                   | 4               |                                   |
| 22          | 13  | 2        | 2    | Maxéville      | 0                          | 18/01/03 | 14/04/03 |          | 2 dentifrice fluoré         | comprimés, eau du robinet, sel fluoré et vernis fluoré chez son dentiste. | 3                                 | 3                        | 2                | 1                  | 1               | 1                 | 1                   | 1               |                                   |
| 23          | 14  | 1        | 1    | Château-Salins | 1                          | 20/01/03 | 10/03/03 |          | 2 teraxyl                   | vittel, valvert, gel fluoré parfois                                       | 4                                 | 2                        | 1                | 1                  | 0               | 0                 | 0                   | 0               | patient motivé                    |
| 24          | 13  | 2        | 1    | Maxéville      | 0                          | 20/01/03 | 10/03/03 |          | 2 dentifrice fluoré         | cristalline   | 2                                 | 2                        | 0                | 1                  | 4               | 0                 | 0                   | 4               | patient motivé                    |
| 25          | 13  | 1        | 1    | Fléville       | 0                          | 20/01/03 | 31/03/03 |          | 2 signal intégral           | comprimés, sel fluoré, eau minérale : cristalline, varie                  | 2                                 | 1                        | 3                | 3                  | 1               | 0                 | 0                   | 1               | a fait détartrage entre j0 et j40 |
| 26          | 14  | 2        | 2    | Villers        | 1                          | 20/01/03 | 09/04/03 |          | 2 dentifrice fluoré         | comprimés, sel fluoré, eau minérale (varie)                               | 3                                 | 1                        | 1                | 1                  | 0               | 1                 | 2                   | 0               |                                   |

| N° du sujet | Age | sequence | Sexe | Ville           | Nombre de frères et soeurs | date j0  | date j48 | brossage | dentifrice utilisé    | bilan fluoré                                      | nombre d'aliments sucrés par jour | boisson sucrées par jour | indice plaque j0 | indice gingival j0 | indice CAO D j0 | indice plaque j40 | indice gingival j40 | indice CAOD j40 | commentaires   |
|-------------|-----|----------|------|-----------------|----------------------------|----------|----------|----------|-----------------------|---|-----------------------------------|--------------------------|------------------|--------------------|-----------------|-------------------|---------------------|-----------------|--|
| 27          | 22  | 1        | 2    | Sexey-les-Bois  | 1                          | 03/02/03 | 10/03/03 |          | 3 signal              | comprimés, eau du robinet, sel fluoré             | 4                                 | 1                        | 1                | 1                  | 12              | 0                 | 0                   | 12              |  |
| 28          | 12  | 2        | 2    | Clayeures       | 4                          | 03/02/03 | 19/03/03 |          | 3 dentifrice fluoré   | eau du robinet                                    | 3                                 | 2                        | 1                | 1                  | 0               | 1                 | 0                   | 0               |  |
| 29          | 14  | 1        | 1    | Vandoeuvre      | 1                          | 03/02/03 | 17/03/03 |          | 2 fluocaril           | comprimés, sel fluoré, saint amand                | 3                                 | 1                        | 1                | 1                  | 2               | 1                 | 1                   | 2               | amélogénèse imparfaite   |
| 30          | 11  | 2        | 1    | Malzéville      | 0                          | 03/02/03 | 04/04/03 |          | 3 dentifrice fluoré   | cristalline, contrex                              | 6                                 | 2                        | 0                | 0                  | 0               | 1                 | 0                   | 0               | hygiène très bonne   |
| 31          | 11  | 1        | 1    | Blénod-lès-Toul | 2                          | 03/02/03 | 24/03/03 |          | 2 colgate             | comprimés, eau minérale varie                     | 3                                 | 3                        | 2                | 1                  | 3               | 2                 | 1                   | 3               |  |
| 32          | 10  | 2        | 1    | Jarville        | 1                          | 03/02/03 | 10/03/03 |          | 2 signal              | comprimés, sel fluoré, cristalline                | 3                                 | 3                        | 0                | 0                  | 0               | 1                 | 1                   | 0               |  |
| 33          | 14  | 1        | 1    | Gondreville     | 1                          | 03/02/03 | 31/03/03 |          | 1 dentifrice fluoré   | eau du robinet                                    | 2                                 | 1                        | 3                | 1                  | 4               | 2                 | 1                   | 4               | brackets métalliques : pas de problèmes de coloration avec le fluorure d'étain |
| 34          | 38  | 2        | 2    | Nancy           | 1                          | 03/02/03 | 24/03/03 |          | 2 sensodyne vadémecum | eau du robinet                                    | 2                                 | 1                        | 0                | 0                  | 12              | 1                 | 0                   | 12              |  |
| 35          | 13  | 1        | 1    | Nancy           | 1                          | 03/02/03 | 03/03/03 |          | 3 elgyfluor fluocaril | comprimés, eau du robinet                         | 2                                 | 2                        | 0                | 0                  | 0               | 0                 | 0                   | 0               |  |
| 36          | 12  | 2        | 1    | Villers         | 1                          | 03/02/03 | 12/04/03 |          | 2 dentifrice fluoré   | comprimés, eau minérale (change).                 | 3                                 | 1                        | 1                | 1                  | 2               | 1                 | 1                   | 2               |  |
| 37          | 15  | 1        | 1    | Vandoeuvre      | 2                          | 03/02/03 | 29/03/03 |          | 2 dentifrice fluoré   | eau du robinet                                    | 3                                 | 1                        | 2                | 1                  | 0               | 1                 | 1                   | 0               |  |
| 38          | 11  | 2        | 1    | Villers         | 1                          | 03/02/03 | 12/04/03 |          | 2 signal              | comprimés, eau du robinet                         | 3                                 | 1                        | 3                | 2                  | 6               | 2                 | 2                   | 6               |  |
| 39          | 14  | 1        | 1    | Houdemont       | 1                          | 03/02/03 | 03/03/03 |          | 1 dentifrice fluoré   | comprimés, eau du robinet, eau minérale (change). | 3                                 | 3                        | 2                | 1                  | 4               | 2                 | 1                   | 4               |  |

| N° du sujet | Age | sequence | Sexe | Ville     | Nombre de frères et soeurs | date j0  | date j48 | brossage | dentifrice utilisé | bilan fluoré  | nombre d'aliments sucrés par jour | boisson sucrées par jour | indice plaque j0 | indice gingival j0 | indice CAO D j0 | indice plaque j40 | indice gingival j40 | indice CAOD j40 | commentaires |
|-------------|-----|----------|------|-----------|----------------------------|----------|----------|----------|--------------------|---|-----------------------------------|--------------------------|------------------|--------------------|-----------------|-------------------|---------------------|-----------------|--------------|
| 40          | 13  | 2        | 1    | Maxéville | 1                          | 08/02/03 | 04/04/03 | 2        | dentifrice fluoré  | comprimés, eau du robinet ou eau en bouteille, cela change; | 4                                 | 2                        | 2                | 2                  | 0               | 0                 | 0                   | 0               |              |

| N° du sujet | que préfères-tu pourquoi   | BB est-il pratique | Gel est-il pratique | BB a-t-il un goût agréable | Gel a-t-il un goût agréable | BB pique-t-il | Gel pique-t-il | BB a-t-il une jolie couleur | Gel a-t-il une jolie couleur | BB donne-t-il une haleine fraîche | Gel donne-t-il une haleine fraîche | as-tu pris le gel ou le bain tous les jours | fiches explicatives assez claires | remarques sur les fiches explicatives | questions sur l'application | si oui lesquelles | si tu avais à choisir que préférerais-tu |
|-------------|--|--------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------|----------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-------------------|--|
| 1           | 1 plus pratique  | 1                  | 0                   | 0                          | 0                           | 0             | 1              | 1                           | 1                            | 1                                 | 0                                  | 0   | 1 RAS                             |                                       | 0                           |                   | 1  |
| 2           | 1 plus simple  | 1                  | 0                   | 1                          | 1                           | 0             | 0              | 1                           | 1                            | 1                                 | 1                                  | 1   | 1 RAS                             |                                       | 0                           |                   | 1  |
| 3           | 2 meilleur goût  | 1                  | 1                   | 0                          | 1                           | 0             | 0              | 1                           | 0                            | 0                                 | 0                                  | 0   | 1 RAS                             |                                       | 0                           |                   | 2  |
| 4           | 1 moins embêtant pas besoin de l'étaler  | 1                  | 0                   | 1                          | 1                           | 0             | 0              | 1                           | 1                            | 1                                 | 0                                  | 1   | 1 RAS                             |                                       | 0                           |                   | 1  |
| 5           | 1 goût plus fort en menthe du gel  | 1                  | 0                   | 1                          | 0                           | 1             | 0              | 1                           | 1                            | 1                                 | 1                                  | 1   | 1 RAS                             |                                       | 0                           |                   | 2  |
| 6           | goût bizarre du gel et on ne peut pas se rincer la bouche;                                   | 1                  | 0                   | 1                          | 0                           | 0             | 0              | 1                           | 1                            | 1                                 | 0                                  | 0   | 1 RAS                             |                                       | 0                           |                   | 1  |
| 7           | 1 plus rapide plus pratique  | 1                  | 1                   | 0                          | 0                           | 1             | 0              | 1                           | 1                            | 1                                 | 1                                  | 1   | 1 RAS                             |                                       | 0                           |                   | 1  |
| 8           | 1 goût, texture, consistance du gel non appréciées   | 1                  | 1                   | 1                          | 0                           | 0             | 0              | 1                           | 0                            | 1                                 | 0                                  | 1   | 1 RAS                             |                                       | 0                           |                   | 1  |
| 9           | 2 bb pas pratique, goût désagréable  | 0                  | 1                   | 0                          | 1                           | 1             | 0              | 1                           | 1                            | 1                                 | 1                                  | 1   | 1 RAS                             |                                       | 0                           |                   | 2  |
| 10          | 1 plus pratique  | 1                  | 0                   | 1                          | 1                           | 0             | 1              | 1                           | 1                            | 1                                 | 1                                  | 0   | 1 RAS                             |                                       | 0                           |                   | 1  |
| 11          | 2 goût amer du bain de bouche  | 1                  | 1                   | 0                          | 1                           | 0             | 0              | 1                           | 1                            | 1                                 | 1                                  | 0   | 1 bien elles sont bien            |                                       | 0                           |                   | 2  |
| 12          | 2 plus pratique  | 0                  | 1                   | 1                          | 1                           | 0             | 0              | 0                           | 1                            | 1                                 | 0                                  | 0   | 1 RAS                             |                                       | 0                           |                   | 2  |
| 13          | coloration des élastiques avec le bain de bouche et le bain de bouche brûle toute la bouche. | 0                  | 1                   | 0                          | 1                           | 1             | 0              | 1                           | 1                            | 0                                 | 0                                  | 0   | 1 RAS                             |                                       | 0                           |                   | 2  |
| 14          | 1 gel plus difficile à mettre et n'aime pas le goût.   | 1                  | 0                   | 1                          | 0                           | 0             | 0              | 0                           | 1                            | 1                                 | 1                                  | 0   | 1 RAS                             |                                       | 1 faut-il continuer?        |                   | 1  |
| 15          | 1 goût bizarre du gel  | 1                  | 0                   | 1                          | 0                           | 1             | 0              | 1                           | 1                            | 1                                 | 0                                  | 1   | 1 RAS                             |                                       | 0                           |                   | 1  |

| N° du sujet | que préfères-tu | pourquoi   | BB est-il pratique | Gel est-il pratique | BB a-t-il un goût agréable | Gel a-t-il un goût agréable | BB pique-t-il | Gel pique-t-il | BB a-t-il une jolie couleur | Gel a-t-il une jolie couleur | BB donne-t-il une haleine fraîche | Gel donne-t-il une haleine fraîche | as-tu pris le gel ou le bain tous les jours | fiches explicatives assez claires | remarques sur les fiches explicatives                  | questions sur l'application | si oui esquelles                             | si tu avais à choisir que préférerais-tu |
|-------------|-----------------|--|--------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------|----------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---|-----------------------------------|--|-----------------------------|--|--|
| 16          | 2               | meilleur goût, plus facile à mettre  | 0                  | 1                   | 0                          | 1                           | 0             | 0              | 1                           | 1                            | 1                                 | 1                                  | 1   | 1                                 | 1 explicites   | 0                           |  | 2  |
| 17          | 2               | gel moins astringent, bain de bouche colore ses dents  | 0                  | 1                   | 0                          | 1                           | 1             | 0              | 1                           | 1                            | 0                                 | 1                                  | 1   | 1                                 | 1 très bien  | 0                           |  | 2  |
| 18          | 1               | plus pratique, dosage plus facile, jaunissement  | 1                  | 0                   | 1                          | 1                           | 0             | 0              | 1                           | 0                            | 0                                 | 0                                  | 0   | 1                                 | RAS  | 0                           |  | 1  |
| 19          | 1               | nettoie, lave mieux mais gel un peu complémentaire car agit la nuit  | 1                  | 1                   | 1                          | 0                           | 0             | 0              | 1                           | 0                            | 1                                 | 0                                  | 1   | 1                                 | RAS  | 1                           | peut-on utiliser des brosettes avec le gel   | 1  |
| 20          | 1               | pas de précision quant à la quantité de gel à utiliser ; penser à bien boucher le bain de bouche sinon il coule.                 | 1                  | 1                   | 1                          | 1                           | 1             | 0              | 1                           | 1                            | 1                                 | 0                                  | 1   | 1                                 | pas de note quant à la quantité à utiliser pour le gel | 1                           | quantité de gel à utiliser?                  | 1  |
| 21          | 2               | goût du bain de bouche l'écoeure ; préfère le goût et la manière d'appliquer le gel  | 0                  | 1                   | 0                          | 1                           | 0             | 0              | 1                           | 1                            | 1                                 | 1                                  | 1   | 1                                 | RAS  | 0                           |  | 2  |
| 22          | 1               | gel n'est pas bon si on l'avale  | 1                  | 0                   | 1                          | 0                           | 0             | 0              | 1                           | 0                            | 1                                 | 0                                  | 0   | 1                                 | TB   | 0                           |  | 1  |
| 23          | 2               | on sent mieux que c'est sur les dents : sensation de dents sèches/ Par contre, bain de bouche bien si blessures appareil.        | 1                  | 1                   | 0                          | 1                           | 1             | 0              | 1                           | 1                            | 1                                 | 1                                  | 1   | 1                                 | RAS  | 1                           | gel est-il à appliquer sur la brosse à dent? | 2  |
| 24          | 1               | plus simple que l'application de gel   | 1                  | 0                   | 1                          | 1                           | 1             | 0              | 1                           | 0                            | 1                                 | 1                                  | 1   | 1                                 | RAS  | 0                           |  | 1  |
| 25          | 1               | bain de bouche plus pratique (sauf pour le bouchon), et n'aime pas trop texture du gel, reste sur les dents, comme de la plaque; | 1                  | 0                   | 1                          | 0                           | 0             | 0              | 1                           | 1                            | 1                                 | 0                                  | 1   | 1                                 | RAS  | 1                           | quantité de gel à appliquer                  | 1  |
| 26          | 1               | plus pratique  | 1                  | 0                   | 0                          | 0                           | 0             | 0              | 1                           | 0                            | 1                                 | 0                                  | 1   | 1                                 | RAS  | 1                           | pour le gel, quelle dose utiliser?           | 1  |

| N° du sujet | que préfères-tu | pourquoi  | BB est-il pratique | Gel est-il pratique | BB a-t-il un goût agréable | Gel a-t-il un goût agréable | BB pique-t-il | Gel pique-t-il | BB a-t-il une jolie couleur | Gel a-t-il une jolie couleur | BB donne-t-il une haleine fraîche | Gel donne-t-il une haleine fraîche | as-tu pris le gel ou le bain tous les jours | fiches explicatives assez claires | remarques sur les fiches explicatives | questions sur l'application | si oui lesquelles | si tu avais à choisir que préférerais-tu |
|-------------|-----------------|---|--------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------|----------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-------------------|--|
| 27          | 1               | gel : goût salé et a provoqué des sensibilités dentinaires lorsque boit au chaud ou au froid/bb : le bouchon est mal fait | 1                  | 0                   | 0                          | 0                           | 0             | 0              | 1                           | 1                            | 0                                 | 0                                  | 1   | 1                                 | RAS                                   | 0                           | 2                 |  |
| 28          | 1               | bain de bouche, plus simple d'utilisation, gel : impression "sans effets"   | 1                  | 0                   | 1                          | 0                           | 0             | 0              | 1                           | 1                            | 1                                 | 1                                  | 1   | 1                                 | RAS                                   | 0                           | 1                 |  |
| 29          | 2               | gel plus pratique que bb mais reste dans la bouche (goût désagréable).  | 0                  | 1                   | 1                          | 0                           | 0             | 0              | 1                           | 1                            | 1                                 | 0                                  | 1   | 1                                 | RAS                                   | 0                           | 2                 |  |
| 30          | 1               | plus rapide   | 1                  | 1                   | 1                          | 1                           | 0             | 0              | 1                           | 1                            | 0                                 | 0                                  | 1   | 1                                 | RAS                                   | 0                           | 1                 |  |
| 31          | 2               | meilleur goût   | 0                  | 1                   | 0                          | 1                           | 1             | 0              | 1                           | 1                            | 1                                 | 1                                  | 1   | 1                                 | RAS                                   | 0                           | 2                 |  |
| 32          | 2               | goût désagréable du bain de bouche  | 1                  | 1                   | 0                          | 1                           | 1             | 0              | 1                           | 1                            | 1                                 | 0                                  | 1   | 1                                 | RAS                                   | 0                           | 2                 |  |
| 33          | 1               | gel : il colle à la bouche  | 1                  | 1                   | 1                          | 1                           | 1             | 0              | 1                           | 1                            | 1                                 | 0                                  | 0   | 1                                 | RAS                                   | 0                           | 2                 |  |
| 34          | 1               | le gel est moins pratique, il jaunit les dents et les élastiques, et provoque une asialie.                                | 1                  | 0                   | 1                          | 1                           | 0             | 0              | 1                           | 1                            | 1                                 | 0                                  | 1   | 1                                 | RAS                                   | 0                           | 1                 |  |
| 35          | 1               | goût, texture   | 1                  | 1                   | 1                          | 0                           | 0             | 0              | 1                           | 1                            | 1                                 | 0                                  | 1   | 1                                 | explications bonnes                   | 0                           | 1                 |  |
| 36          | 2               | bain de bouche pas très pratique : 30 secondes.   | 0                  | 1                   | 0                          | 1                           | 1             | 0              | 1                           | 1                            | 1                                 | 1                                  | 1   | 1                                 | RAS                                   | 0                           | 2                 |  |
| 37          | 1               | gel : la pâte reste dans la bouche : désagréable.   | 1                  | 0                   | 1                          | 0                           | 0             | 0              | 1                           | 1                            | 1                                 | 1                                  | 1   | 1                                 | RAS                                   | 0                           | 1                 |  |
| 38          | 2               | bb : goût un peu fort   | 1                  | 1                   | 0                          | 1                           | 1             | 0              | 1                           | 1                            | 0                                 | 1                                  | 0   | 1                                 | RAS                                   | 0                           | 2                 |  |
| 39          | 2               | gel : plus simple sur brosse ( pas besoin de gobelet) et a un meilleur goût.  | 0                  | 1                   | 0                          | 1                           | 0             | 0              | 1                           | 1                            | 1                                 | 1                                  | 1   | 1                                 | RAS                                   | 0                           | 2                 |  |

| N° du sujet | que préfères-tu | pourquoi                         | BB est-il pratique | Gel est-il pratique | BB a-t-il un goût agréable | Gel a-t-il un goût agréable | BB pique-t-il | Gel pique-t-il | BB a-t-il une jolie couleur | Gel a-t-il une jolie couleur | BB donne-t-il une haleine fraîche | Gel donne-t-il une haleine fraîche | as-tu pris le gel ou le bain tous les jours | fiches explicatives assez claires | remarques sur les fiches explicatives | questions sur l'application | si oui lesquelles | si tu avais à choisir que préférerais-tu |
|-------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------|----------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-------------------|--|
| 40          | 1               | gain de temps, moins désagréable | 1                  | 1                   | 1                          | 1                           | 0             | 0              | 1                           | 1                            | 0                                 | 0                                  | 1   | 1 RAS                             |                                       | 0                           | 1                 |  |

## **BRAVETTI (Morgane).- Prévention fluorurée topique en orthodontie.**

Nancy. 2003.- 97f.

Th.: Chir. Dent.: Nancy: 2003

Mots-clés : Topiques fluorurés  
Prévention de la carie  
Orthodontie

MeSH : Topical fluorides  
Caries prevention  
Orthodontics



## **BRAVETTI (Morgane).- Prévention fluorurée topique en orthodontie.**

Th.: Chir. Dent.: Nancy: 2003

Face au risque carieux en orthodontie et à ses conséquences néfastes, la prévention fluorurée topique présente tout son intérêt.

Il existe différents modes d'application topique adaptés à l'exercice orthodontique, chacun présentant leurs indications, avantages et inconvénients.

D'après les résultats d'une enquête menée auprès de 40 patients porteurs d'un appareil multiattache, la préférence des patients au sujet des formes d'applications topiques à domicile semble se porter vers le bain de bouche fluoruré pour sa simplicité d'utilisation.

Les orthodontistes doivent mettre en place des mesures spécifiques de prévention, afin que le traitement orthodontique permette la correction des dysharmonies tout en maintenant l'intégrité des tissus dentaires et parodontaux.

### **JURY :**

|             |                       |                              |
|-------------|-----------------------|------------------------------|
| Président : | M. M. PANIGHI         | Professeur des Universités   |
| Juge :      | Mme. M.P.FILLEUL      | Professeur des Universités   |
| Juge :      | Mme D. DESPREZ-DROZ   | Maître de Conférences        |
| Juge :      | <u>Mme A. MARCHAL</u> | <u>Maître de Conférences</u> |
| Juge :      | M. P. BRAVETTI        | Maître de Conférences        |

### **ADRESSE DE L'AUTEUR :**

Morgane BRAVETTI  
55-57 Avenue Foch  
54000 NANCY



## FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Jury : Président : M. PANIGHI – Professeur des Universités  
Juges : M.P. FILLEUL – Professeur des Universités  
D. DESPREZ-DROZ – Maître de Conférences des Universités  
A. MARCHAL – Maître de Conférences des Universités  
P. BRAVETTI – Maître de Conférences des Universités

Thèse pour obtenir le diplôme D'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

présentée par : Mademoiselle BRAVETTI Morgane

né(e) à: THIONVILLE (Moselle)

le 20 octobre 1977

et ayant pour titre : «Prévention fluorurée topique en orthodontie»

Le Président du jury,

M. PANIGHI

Le Doyen,  
de la Faculté de Chirurgie Dentaire

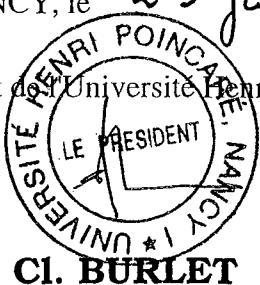
FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE  
96, av. de l'Université  
BP 50206 54002 NANCY CEDEX  
UNIVERSITÉ HENRI POINCARÉ NANCY 1  
Le Doyen  
Pr J.P. LOUIS

Autorisé à soutenir et imprimer la thèse

NANCY, le 23 juin 2003

n° 1694

Le Président de l'Université Henri Poincaré, Nancy-1





## **BRAVETTI (Morgane).- Prévention fluorurée topique en orthodontie.**

Nancy. 2003.- 97f.

Th.: Chir. Dent.: Nancy: 2003

Mots-clés : Topiques fluorurés  
Prévention de la carie  
Orthodontie

MeSH : Topical fluorides  
Caries prevention  
Orthodontics

## **BRAVETTI (Morgane).- Prévention fluorurée topique en orthodontie.**

Th.: Chir. Dent.: Nancy: 2003

Face au risque carieux en orthodontie et à ses conséquences néfastes, la prévention fluorurée topique présente tout son intérêt.

Il existe différents modes d'application topique adaptés à l'exercice orthodontique, chacun présentant leurs indications, avantages et inconvénients.

D'après les résultats d'une enquête menée auprès de 40 patients porteurs d'un appareil multiattache, la préférence des patients au sujet des formes d'applications topiques à domicile semble se porter vers le bain de bouche fluoruré pour sa simplicité d'utilisation.

Les orthodontistes doivent mettre en place des mesures spécifiques de prévention, afin que le traitement orthodontique permette la correction des dysharmonies tout en maintenant l'intégrité des tissus dentaires et parodontaux.

### **JURY :**

|             |                       |                              |
|-------------|-----------------------|------------------------------|
| Président : | M. M. PANIGHI         | Professeur des Universités   |
| Juge :      | Mme. M.P.FILLEUL      | Professeur des Universités   |
| Juge :      | Mme D. DESPREZ-DROZ   | Maître de Conférences        |
| Juge :      | <u>Mme A. MARCHAL</u> | <u>Maître de Conférences</u> |
| Juge :      | M. P. BRAVETTI        | Maître de Conférences        |

### **ADRESSE DE L'AUTEUR :**

Morgane BRAVETTI  
55-57 Avenue Foch  
54000 NANCY